Deutsche Forschung

Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft
(Deutsche Forschungsgemeinschaft)

Heft 2



Denkschriften über Gemeinschaftsarbeiten

Verlag der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

Für den Buchhandel durch Karl Siegismund Verlag Berlin

Herrosé & Ziemsen GmbH., Wittenberg (Bez. Halle)

Zur Einführung

Wenn in dem vorliegenden Heft angesichts des allgemeinen Interesses, das die Gemeinschaftsforschungen der Notgemeinschaft gefunden haben, die zugrunde liegenden Denkschriften aus dem 5. Bericht noch einmal abgedruckt sind, so schien es doch nützlich, eine Anzahl weiterer Denkschriften beizufügen, die erkennen lassen, wie die Notgemeinschaft und ihre Ausschüsse bemüht sind, gerade diesen Zweig ihrer Tätigkeit weiter auszubauen und im nationalen Interesse zu fördern. Daß dies nur allmählich und mit Vorsicht geschehen kann, ist so klar, wie die bereits früher hervorgehobene Tatsache, daß rasche Erfolge nicht zu erwarten sind. Die abgedruckten Denkschriften machen darum auch gegenüber dem vorliegenden Material und den eingeleiteten Vorarbeiten auf Vollständigkeit keinerlei Anspruch, wie sie noch keineswegs allseitig durchprüft und von den zuständigen Instanzen angenommen sind. Trotzdem darf von der Fortführung dieser Arbeiten in besonderem Maße der Fortgang der deutschen Forschungsarbeit erhofft werden.

Dr. F. Schmidt-Ott.

Inhalt

I. Plan für die Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiet der Nationalen Wirtschaft, der Volksgesundheit und des Volkswohls

(Ende 1926)

Schon in dem Rückblick des ersten Berichts der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft von 1922 heben sich unter den zukünftigen Aufgaben einige große Gruppen heraus, denen man mit der Bewilligung von Einzelanträgen nicht gebührend gerecht werden kann. Da ungeheure Schwierigkeiten mit dem Verfall der Valuta einhergingen und deren Nachwirkungen noch jetzt nicht ganz überwunden sind, fehlte es der Notgemeinschaft bei den unsicheren Aussichten für die Zukunft an Mitteln, aber auch an der nötigen Zuversicht, um über die Befriedigung der dringendsten Einzelanträge hinauszugehen. Vom Beginn ihrer Tätigkeit an aber sind die Bemühungen der Notgemeinschaft nicht erlahmt, durch zweckentsprechende Zusammenfassung den ihr zur Verfügung gestellten Mitteln eine möglichst große Wirkung zu sichern. Nachdem die Zeiten etwas ruhiger geworden sind und die stabile Währung eine weitergehende Vorsorge ermöglicht und fördert, nachdem andererseits eine fast sechsjährige Tätigkeit einen besseren Überblick über die Lage der deutschen Wissenschaft und über ihre Entwicklungsnotwendigkeiten gestattet hat, konnte die Notgemeinschaft auch größere Zusammenhänge ins Auge fassen. Die Bilanz des Weltkrieges und der Nachkriegszeit ist, soweit sie die deutsche Wissenschaft betrifft, klar zu übersehen: Das wissenschaftliche Rüstzeug unserer Forschungsstätten hat mit den aus unserer Lage sich ergebenden Anforderungen an eine Steigerung der wissenschaftlichen Leistung nicht Schritt gehalten. Der deutsche Forscher ist in seinem Mute ungebrochen, aber im allgemeinen hat er doch verlernen müssen, große Unternehmungen, die auf erhebliche Mittel angewiesen sind und deren Zeitdauer nicht abzusehen ist, in Angriff zu nehmen. Dabei drängt uns alles zu dem Streben, neue Entwicklungsmöglichkeiten zu gewinnen, um die für ein erfolgreiches Weiterleben des deutschen Volkes unentbehrliche Volkskraft zu stärken und die deutsche Wirtschaft in höherem Maße als

bisher zu befähigen, am Wettbewerb auf dem Weltmarkt teilzunehmen. Es konnte nicht dabei bleiben, uns auf Früchte früherer Aussaat zu beschränken. Im Gegenteil: wollen wir uns nicht aufgeben, so können wir uns der Inangriffnahme wissenschaftlich grundlegender Fragen, wie sie in unerhörter Zahl Lösung fordern und den Fortschritt bedingen, nicht entziehen, ohne ständige Rücksicht auf schnelle, praktisch auswertbare Erfolge. Es wäre von unermeßlichem Segen, könnte man mit reichsten Mitteln, der Eigenart des deutschen Kulturlebens entsprechend, eine Förderung des Gesamtbaues der Wissenschaften auf breitester Grundlage durchführen. Die Entwicklung der Wissenschaft birgt in sich genügend richtunggebende Kräfte, um uns vertrauen zu lassen, daß immer wieder als der Außenwelt klar erkennbare Ergebnisse ihrer stillen Tätigkeit allgemein menschliche und wirtschaftliche Werte herausspringen. Wir haben aber keine Zeit zu warten und sind nicht reich genug, um diesem Vertrauen in das vorwärtsdrängende Eigenleben der Wissenschaft durch eine über alle Fächer hin gleichmäßig reichliche Unterstützung sichtbaren Ausdruck zu geben. Auch würde ein solches Ziel eine Fülle von neuen wissenschaftlichen Dauereinrichtungen bedingen.

So galt es zunächst Probleme zu finden, die durch Zusammenfassung der besten Forscher innerhalb ihrer Institute nach gemeinsamem Plan zu lösen sind; mögen sie die klar erkennbare Wurzel zu weiteren Fortschritten bilden oder angesichts des Standes der Wissenschaft baldige Erfolge versprechen oder, weil durch unsere allgemeine Lage geboten, bevorzugte Beachtung verdienen. Solche Aufgaben können nur unter Wahrung der eigenen Initiative des einzelnen und unbedingter Rücksicht auf die individuelle Arbeitsweise verfolgt werden. Dabei lag der Notgemeinschaft vor allem daran, ein verständnisvolles Zusammenarbeiten verschiedener Fachgebiete zu ermöglichen. So betonte sie gegenüber der immer weitergehenden Spezialisierung die Gruppierung der auseinanderstrebenden Tendenzen um gemeinsame große Ziele. Es handelt sich hierbei um Arbeiten, welche nicht durch die bestehenden wissenschaftlichen Einzelanstalten als solche gelöst werden können.

Gleichzeitig sah die Notgemeinschaft in der Förderung dieser großen Aufgaben das beste Mittel zur Heranziehung wissenschaftlichen Nachwuchses, da sich in der Überprüfung der vorgeschlagenen Arbeitsgebiete die Notwendigkeit herausstellte, jüngere Gelehrte an Punkten der Forschung anzusetzen, die bisher wenig Berücksichtigung im Haushalt

der Wissenschaft gefunden hatten, und da das Vorhandensein großer Aufgaben überall der Abwanderung des Nachwuchses steuert.

Die als Anhang dieses Abschnitts S. 14 noch einmal zum Abdruck gebrachte allgemeine Denkschrift, die den Reichsbehörden im Frühjahr 1925 zur Begründung des Antrages auf Bereitstellung eines Sonderfonds vorgelegt wurde, hat die Ziele vorher dargelegt. Im Februar 1926 wurden erstmalig 3 Millionen RM. für diese besonderen Zwecke von dem Reichstag bewilligt. Inzwischen war seit dem Winter 1925 in einer großen Reihe von Besprechungen mit den namhaftesten Männern aus der Wissenschaft und Wirtschaft beraten worden, welche Sondergebiete zunächst in den Bereich der besonderen Bearbeitung hineinzubeziehen wären. Den Niederschlag fanden diese Besprechungen in besonderen Einzeldenkschriften, in denen die besonderen Probleme, die der Bearbeitung harren, zusammengefaßt wurden, in denen aber auch zugleich Vorschläge für die heranzuziehenden Mitarbeiter enthalten waren. Diese Denkschriften wurden alsdann in besonderen Kommissionen, die für die einzelnen Gebiete aus hervorragenden Gelehrten gebildet wurden, beraten und ergänzt. So entstanden die Denkschriften über Metallforschung, Angewandte Geophysik, Zusammenarbeit von Geophysik und Geologie, Arbeitsvorgang in der Wärmekraftmaschine, Strömungsforschung, Strömungsforschung in der Atmosphäre, Theoretische und praktische Medizin, Eiweißkonstitution und Eiweißstoffwechsel, Angewandte Entomologie, Ernährungsphysiologie der Pflanzen, Elektrotechnik.

Diese Denkschriften, zu denen eine weitere über Strahlenkunde hinzugetreten ist, konnten am 6. Januar 1926 dem nach Berlin berufenen Hauptausschuß und nach Bewilligung des Sonderfonds am 12. März 1926 in München der Mitgliederversammlung vorgelegt werden. Das Vorwort, das bei der Vorlage der Denkschriften durch den Präsidenten der Notgemeinschaft der Zusammenstellung vorausgeschickt ist (S. 25), führt den Zweck und das Ziel der Gemeinschaftsarbeiten nochmals eindringlich vor Augen.

Auf all den in den Denkschriften genannten Gebieten ist inzwischen die Arbeit aufgenommen worden. Eine schon große Zahl von Forschern ist bereits an den Aufgaben beteiligt, und andere Forscher werden noch heranzuziehen sein, um die vielen verbleibenden Lücken zu schließen. Wenn es sich dabei in der Hauptsache noch um Zukunftsaufgaben und auf den sich der Forschung eröffnenden Gebieten zunächst notwendig um einen großzügigen Versuch handelt, so darf doch aus-

gesprochen werden, daß der Gedanke in den Kreisen der deutschen Wissenschaft mit Liebe, ja man darf sagen, vielfach mit Begeisterung aufgenommen ist und kaum wieder fallen gelassen wird. Ist ja auch in einer Zeitspanne von knapp einem Jahr noch nicht allzuviel an Ergebnissen zu erwarten, da die Vorbereitungen, die Beschaffung von Apparaten, Apparaturen, Hilfsmitteln, die Heranziehung von jungen Mitarbeitern eine gewisse Zeit beanspruchen, so konnte doch schon in den vor einigen Wochen abgehaltenen Sitzungen einiger Sonderkommissionen von nicht unbedeutsamen Fortschritten berichtet werden. Auch liegt bereits eine größere Zahl von veröffentlichten Arbeiten vor, so daß zu erwarten steht, im nächsten Bericht besondere Zusammenstellungen von Ergebnissen mitteilen können.

Bisher hat nur ein Teil der großen Forschungsgebiete in den neuen Aufgabenkreis hineinbezogen werden können. Aber immer neue Forderungen machen sich geltend, und es bedarf weiterer sorgfältiger Aufmerksamkeit, nach welcher Richtung hin Ergänzungen noch notwendig sein werden. Vor allem aber gilt es, auf den bereits in Angriff genommenen Gebieten nicht haltzumachen, da der Natur und dem Umfang der Aufgaben nach ein wirklicher Erfolg, der unserer nationalen Wirtschaft, dem Volkswohl und der Volksgesundheit dient, erst in systematischer Arbeit durch Jahre hindurch gewährleistet werden kann.

Die unmittelbaren Vorarbeiten sind noch nicht entfernt abgeschlossen; so kann es sich nur darum handeln, einen vorläufigen Überblick über den Stand der begonnenen Tätigkeit zu geben. Er wird durch die auf Seite 26ff. angeführten Denkschriften erläutert. Zu ihnen ist zu bemerken, daß es nicht tunlich schien, die Namen der von den Kommissionen herangezogenen Mitarbeiter zu nennen, solange diese noch im Beginn oder in der Entwicklung der Arbeit stehen. Dieser Umstand gibt auch den in den ausführlicheren Denkschriften enthaltenen Aufgaben leicht den Anschein schematischer Übersichten, während es sich in jedem Falle um greifbare Einzelaufgaben in den Händen bewährter Forscher handelt. Gleichwohl ist auf die Mitteilung der Denkschriften nicht verzichtet, um wenigstens ein ungefähres Bild vom Ziel und Umfang der Forschung zu geben.

In der Metallforschung hat die aus Wissenschaftlern und Männern der Praxis bestehende Sonderkommission sich auf einige wichtige Fragen beschränkt: *Das Wesen des metallischen Zustandes* ist trotz aller Bemühungen der Forschung seit über 100 Jahren noch

nicht klar erkannt. Am aussichtsreichsten erwiesen sich erneute Untersuchungen der physikalischen Grundlagen, und zwar mit Hilfe der neuerdings erreichbaren tiefsten Temperaturen. Die Notgemeinschaft konnte die Ermöglichung dieser wichtigen Untersuchungen sicherstellen. Ergänzt werden sie durch metallographische Forschungen über das Gefüge von Metall und Legierungen. Besonderes Augenmerk wurde auf die für unsere Wirtschaft so wichtige Frage der Korrosion gelenkt. Gehen doch durch die Korrosion der Volkswirtschaft alljährlich große Werte verloren; von den Gefahren für die Lebensdauer und Sicherheit unserer industriellen Schöpfungen ganz zu schweigen!

Von gleich großem Interesse für die Industrie ist die Untersuchung der Vorgänge im Metall beim Walzen, Ziehen und Gießen, diesen drei grundlegenden Formen der Bearbeitung die Plastizität und Formgebung der Metalle betreffend. Für unser wichtiger Erzgebiete beraubtes Vaterland ist die Verbesserung der Methoden für die Verwertung metallarmer Erze von größerer Bedeutung als früher. So wurde von der Notgemeinschaft im Rahmen dieser Gemeinschaftsarbeit auf dem Gebiete der Metallforschung den Fragen der chemischen Metallurgie, insbesondere der grundlegenden Überführung der Erze in Metalle, besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Im Zusammenhang damit stehen Untersuchungen über die chemischen Gleichgewichte und Verfeinerungen der Bestimmungen der thermischen Konstanten.

Bei der überragenden Rolle, die die Metalle in unserm Dasein spielen, ist es kaum zu verstehen, daß überall grundlegende Daten fehlen. Um das zu beleuchten, führte Professor Wüst kürzlich aus, daß der Bessemer-Prozeß auf Grund der Berechnung an Hand der vorliegenden Daten theoretisch unmöglich sein müßte, während er doch praktisch eins der Hauptverfahren für die Darstellung des Stahls bildet.

Im Sinne einer Steigerung der Gewinnung von Urwerten aus dem Boden wurden Untersuchungen über die Zusammensetzung der Erdrinde mit Hilfe von Verfahren begonnen, die bereits in den letzten Jahren durch die Unterstützung der Notgemeinschaft ausgebaut werden konnten. Für unsere weltwirtschaftliche Lage ist es außerordentlich wichtig, Methoden und Apparaturen zu finden und zu entwickeln, die eine Ermittlung der Lagerstätten von Kohle, Erzen und Ölen exakter als bisher gestatten. Diese Untersuchungen führen in

ihrem Verlauf zu einer Vertiefung der Kenntnis des Aufbaues der uns zugänglichen Erdschichten. Schon konnten wertvolle Ergebnisse gewonnen werden. Als ein Beispiel sei erwähnt, daß es Wiechert möglich war, die Dicke von Gletschern mit den in diesem Zusammenhange entwickelten neuen Apparaturen zu bestimmen.

Auch auf diesem für unsere Wirtschaft wichtigen Gebiet fehlen theoretische Grundlagen. Die Entwicklung der Höchstdruck-Dampfmaschine erfordert eine Ausdehnung der bisher begrenzten Messungen auf höhere Drucke. Im engen Zusammenhang damit stehen Versuche über die Ausnutzung anderer Substanzen an Stelle des Wasserdampfes, z. B. des Quecksilbers und gewisser organischer Verbindungen. Auch auf dem Gebiete der Verbrennungskraftmaschine, dieser im Zeitalter des Verkehrs im letzten Jahrzehnt zu höchster Bedeutung emporgewachsenen Maschine, ist ein weiterer Ausbau der wissenschaftlichen Grundlagen unbedingt nötig. Das gilt in gleicher Weise für die Gas- und Dieselmotoren. Im Sinne einer Steigerung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer der Maschinen sind begonnene Untersuchungen über die Lagerreibung und Schmierung von besonderer Bedeutung.

An der Klärung der wissenschaftlichen Grundlagen des Strömungsprozesses sind eine ganze Reihe von technischen Fächern interessiert; und auch hier wieder handelt es sich um Fragen, die für die Volkswirtschaft höchst bedeutungsvoll sind; fehlen doch bisher selbst über die einfachsten Vorgänge bei der laminaren und turbulenten Strömung die grundlegenden Einzeluntersuchungen. Dabei sind Wasserbau, Schiffsbau, Turbinenbau, Pumpen- und Gebläsekonstruktion und nicht zumindest die Luftfahrt in gleicher Weise auf exakte Kenntnisse für ihre künftige Weiterentwicklung angewiesen. Als besonders wichtig sei in diesem Zusammenhang erwähnt, daß über die Hohlraumbildung an Propellern, Schiffsschrauben und Turbinen, eine für die Gewinnung und Ausnutzung der Energie so bedeutungsvolle Frage, noch gänzlich die Möglichkeiten einer hinlänglichen Erklärung fehlen. Nicht vernachlässigt werden bei der Erforschung der Strömungsfragen die Möglichkeiten einer besseren Ausnutzung der ungeheuren Energiequellen des Windes.

Die hohe Entwicklung der Elektrotechnik, die im wesentlichen deutscher Initiative zu verdanken ist, fordert für ein weiteres Fortschreiten ausgedehnte wissenschaftliche Untersuchungen, um die für die Steigerung ins Große fehlenden Grundlagen zu schaffen. Durch den Bau

großer Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen mit hohen Übertragungsspannungen und Übertragungsanforderungen entstehen neue Probleme von gleicher Wichtigkeit für die restlose Erweiterung der erzeugten Energie wie für die Sicherung der mit ihnen umgehenden Menschen. Die Steigerung der Übertragungsspannung und Übertragungsgeschwindigkeit der Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht macht weitgehende Untersuchungen erforderlich. Auf dem Gebiet der Röntgentechnik und der für die chemische Industrie bedeutenden elektrischen Gasreinigung drängen sich neue Aufgaben hervor. Es fehlen z. B. systematische Untersuchungen über die chemische und physikalische Konstitution und die Durchschlagseigenschaften der Isolationsmittel. Die Frage der Isolierung ist der Kernpunkt der weiteren elektrotechnischen Entwicklung. Im Sinne der Energieersparnis ist die Untersuchung von Verlusten in den Maschinen und Transformatoren von Bedeutung. Die Schaltvorgänge bedürfen einer neuen grundlegenden Bearbeitung. Der Einfluß benachbarter elektrischer Anlagen und atmosphärischer Störungen auf Telegraphie und Telephonie, um nur ein Gebiet aus der Nachrichtentechnik herauszugreifen, bedarf eingehender Klärung zum Zwecke der Steigerung der Leistungsfähigkeit unserer Nachrichtenübermittlung.

Es erübrigt sich, auf die Bedeutung der Untersuchungen über die Volksseuchen, wie Typhus, Krebs, Syphilis, Tuberkulose, Kropfkrankheiten, Gewerbekrankheiten usw., hinzuweisen. Die Notgemeinschaft gewährt ihnen daher im Rahmen der großen Aufgaben kräftige Unterstützung. Daneben fördert sie besonders die physiologisch-chemische Grundlagenforschung der Medizin und hat vorerst die Fragen des Aufbaues des Eiweiß, der Stoffwechselvorgänge, des Wasserhaushalts des Körpers und des Arbeitsprozesses in Angriff genommen. Auf dem Gebiet der Sinnesphysiologie hat sie die Probleme der Schwerhörigkeit und Farbenblindheit unterstützt. Auch die Sporthygiene, die für die Ertüchtigung des Volkes von hoher Bedeutung ist, hat sie in den Bereich ihrer Tätigkeit einbezogen. Daß außerdem die zur Zeit im Vordergrund des öffentlichen Interesses stehenden Forschungen über die Vitamine nicht vernachlässigt werden, sei erwähnt. In engem theoretischen Zusammenhang damit stehen die für unsere Volkswirtschaft wichtigen Fragen der Tieraufzucht, der Mast und der Milchproduktion.

Als ein eigener Fragenkomplex, der einer engen Zusammenarbeit mehrerer Fachrichtungen zu seiner Förderung bedarf, bietet sich die

Strahlenkunde aus dem Gebiet der Medizin dar. Die eingeleiteten Versuche sollen das Gesamtgebiet der biologisch wirksamen und medizinisch wichtigen Strahlengattungen umfassen. So gelten die Untersuchungen in diesem Zusammenhang einerseits den Röntgen- und Radiumstrahlen, andererseits den Lichtstrahlen.

Die Physik der Röntgenstrahlen, dieses für Diagnostik wie Therapeutik gleich wichtigen Hilfsmittels des Arztes, birgt noch Fragen von größter Wichtigkeit für die Praxis. Es handelt sich darum, die Meßapparaturen für die Dosierung und für die Qualitätsbestimmung der Strahlen zu vervollkommnen, die physikalischen Vorgänge bei der Strahlenabsorption zu erforschen und einen wirksamen, sicheren Strahlenschutz für den Behandelnden wie den Patienten zu schaffen. Das große Gebiet der Röntgen- und Radiumbiologie fordert eine tiefere Einsicht in die Ursache der Strahlenempfindlichkeit, in den Vorgang der Beeinflussung der Zellfunktion, in die Wirkung der verschiedenen Strahlenqualitäten, um so zu einer fehlerlosen Methodik der Dosierung und einer besseren Vermeidung der Röntgen- und Radiumschädigung zu führen.

Auch das Wesen der Lichtwirkung auf die lebende Zelle ist noch ungeklärt. Nur auf dem Wege über eine Lösung der in Betracht kommenden physikalischen Fragen kann man grundlegende Gesichtspunkte für die Anwendung der verschiedenen Strahlenqualitäten gewinnen. Die Beziehungen des Lichtes zum Stoffwechsel, die Beeinflussung der Vitamine durch Belichtung, Fragen, die für die Bekämpfung der Rhachitis neuerlich sehr an Bedeutung gewonnen haben, sind zu lösen. Das für die Ausnutzung der Heilwirkungen des Lichtes wichtige und viel umstrittene Problem der Bedeutung des Lichtes als klimatologischen Faktors ist grundsätzlich zu prüfen.

Für Medizin und Optik in gleicher Weise wichtig ist eine gründliche Durchforschung des die Brücke von den weichen Röntgen- zu den ultravioletten Strahlen bildenden Wellenlängenbereichs.

Die Hungerperiode der Kriegs- und Nachkriegszeit hat nahegelegt, für die Versorgung unseres Volkes aus eigenem Boden besonders wertvolle Untersuchungen auf dem Gebiet der Ernährung der Pflanzen anzustellen. Es bestehen noch Unklarheiten darüber, in welcher Menge und Form und Kombination die Nährstoffe den Pflanzen zuzuführen sind, um ein Höchstmaß an Erträgnissen zu erzielen. Grundlegende Untersuchungen über die physikalischen und chemischen Bedingungen, unter denen die einzelnen Kulturpflanzen am besten gedeihen, sollen

eine Steigerung der Produktionsleistung unseres Ackerbodens erbringen. Der Düngerbedarf der verschiedenen Bodenarten für die wichtigsten Nutzpflanzen muß, um eine unsachgemäße Verschwendung zu vermeiden, genauer als bisher in seinen Grundzügen festgestellt werden. Unsere Kenntnis über den Einfluß der Symbiose der Mikroflora und Mikrofauna des Bodens auf das Wachstum der Kulturpflanzen bedarf weiterer Vertiefung.

Durch Schädlinge werden jedes Jahr Verluste an Werten verursacht, deren Umfang kaum zu überschätzen ist. So sind Untersuchungen im In- und Ausland dringend erforderlich, um die Ursachen der Massenvermehrung von Schädlingen, über die wir bisher so gut wie nichts wissen, zu klären und damit die Wege zur Vorbeugung und erfolgreichen Bekämpfung zu ebnen. Unter Umständen ist es wichtig, eine bevorstehende Massenvermehrung von Schädlingen voraussagen zu können, um Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung rechtzeitig einleiten zu können.

Mag dieses Wenige genügen, um zu beleuchten, wie die Notgemeinschaft bestrebt ist, diesen aus der Forderung der Zeit entsprießenden Fragen im Rahmen der ihr für diesen Zweck vom Reich zur Verfügung gestellten Mittel gerecht zu werden.

II. Denkschrift über die Forschungsaufgaben der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Bereich der Nationalen Wirtschaft, der Volksgesundheit und des Volkswohles

Zur Begründung eines Sonderfonds von 5 Millionen Reichsmark

Friedensvertrag und Nachkriegszeitalter treiben die Wissenschaft in eine neue Situation. Sie war vorher berufen, Forschung und Lehre und die Erziehung eines tüchtigen Nachwuchses in die Hand zu nehmen. Heute aber wächst eine ganz neue, aus der deutschen Volkswirtschaft, der Volksgesundheit und dem Volkswohl riesenhaft aufsteigende Aufgabe hinzu, dem außerordentlich geschwächten Deutschland von heute neue Entwicklungsmöglichkeiten zu gewinnen, die es an dem durch den Krieg der Völker gesteigerten Wettbewerb auf dem Weltmarkt teilzunehmen befähigen und ihm die für erfolgreiches Weiterschreiten unentbehrliche Volkskraft zu stärken.

Die Rohstoffgebiete unseres Landes sind durch den Friedensvertrag so enorm gekürzt und geschwächt, daß wesentliche Kraftquellen der deutschen Wirtschaft damit versiegt sind und irgendwelcher Ausgleich geschaffen werden muß. Dieser Ausgleich liegt zum Teil auf dem Gebiete höchster Qualitätsarbeit, zum andern aber auch in einer viel engeren Verbindung von Wissenschaft und Wirtschaft, um mit spezialwissenschaftlicher Forschung der Wirtschaft neue Wege zu bahnen. Die Wissenschaft muß gerade da durch Einsatz aller Mittel zu helfen versuchen und neue Grundlagen schaffen, wo die Wirtschaft keine Wege zur Weiterentwicklung mehr sieht.

Entbehrungen, hervorgerufen durch Kriegsblockade und Nachkriegszeitalter, haben erschreckende Opfer gefordert, so daß es im Interesse des Volkswohls ein dringendes Gebot der Stunde ist, neues Streben wachzurufen, das mit allen Kräften Volksgesundheit und Volkswohl zu heben versucht.

Schon die wissenschaftliche Entwicklung der Kriegszeit hat bewiesen, wie unendlich viel aus der deutschen Wissenschaft unter dem Zwange der Not heraus neu entwickelt wurde, Entdeckungen, Erfindungen, verfeinerte Methoden, Ersatzstoffe, gewaltige wissenschaftliche Leistungen, die wir vor dem Weltkriege wohl zu ahnen vermochten, aber nie erfüllt sahen. Es sei nur verwiesen auf die epochemachende Entdeckung Prof. Habers, betreffend Stickstoffgewinnung aus der Luft und die Entwicklung der Stickstoffwerke, oder auf den gewaltigen Aufschwung der Ernährungsphysiologie, der Vitamine- und Eiweißforschung oder auf die meteorologischen und aerodynamischen Forschungen, die Hand in Hand gingen und nie geahnte Erfolge im Luftschiff- und Flugzeugbau zeitigten. Namen von Männern wie Zeppelin, auch Hergesell und Prandtl werden als Wegbereiter für diese Erfolge unvergessen bleiben.

Die jetzigen schweren Jahre höchster Anspannung der Reparationsleistungen, wirtschaftlicher Verarmung an Rohstoffen, steigender Gestehungskosten für die Industrie, gleichzeitig starker Erschütterung der Volksgesundheit fordern mit unabweisbarem Zwange aufs neue die Wissenschaft heraus, Helferin zu sein in dieser Not und mit allen Mitteln neue Wege zu suchen. Es kommt nur darauf an, diejenigen Forschungsaufgaben herauszuschälen, wo mit verhältnismäßig geringstem Einsatz rasche und sichere Erfolge erzielt werden können, und diese durch freiwilliges Übereinkommen der bestgeeigneten Forscher als planmäßig abgegrenztes und gemeinsam verfolgtes Ziel unter Wahrung der eigenen Initiative zu verfolgen.

Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft hat ihrer Aufgabe entsprechend versucht, den furchtbaren Erscheinungen der Nachkriegszeit und Inflation und Volkszerrüttung entgegenzuwirken. Sie ist der materiellen Hemmung der Forscher begegnet und hat eine Hauptaufgabe darin gesehen, den Mut zu wissenschaftlichen Forschungsarbeiten neu zu beleben. Sie wird versuchen, mit dem ihr zugewiesenen Etat von 5 Millionen RM. nach wie vor für die gesamte deutsche Wissenschaft in Gemeinschaft mit den Ländern und mit den wissenschaftlichen Gesellschaften Fortgang und Kräftigung zu sichern. Aber in fortschreitender Entwicklung mit ihren 21 Fachausschüssen und den Haupt- und Sonderausschüssen hat sie auch bereits Beratungen darüber pflegen müssen, Forschungsaufgaben der gekennzeichneten höheren Art in die Hand zu nehmen, deren Bearbeitung für die deutsche Volkswirtschaft und Volkskraft absolut unerläßlich ist. Monatelange Beratung mit führenden deutschen Gelehrten, zahlreiche Rücksprachen mit Männern der Praxis und der Verwaltung haben schon jetzt eine Reihe solcher Aufgaben gezeitigt, die hiermit der Reichsregierung und dem Reichstage dargelegt werden, wobei noch besonders hervorgehoben sei, daß es sich durchweg um Forschungen handelt, die außerhalb des Rahmens besonderer Behörden oder Wirtschaftskreise liegen, und die ohne Gründung neuer Institute durch Zusammenwirken von Fachgelehrten verschiedener Gebiete und zumeist an getrennten Orten und Forschungsanstalten ausgeführt werden können.

A. Wir sind ein Land der Metallarbeit, und vielleicht die stärkste Einzelgruppe in unseren industriellen Betrieben sind die Metallarbeiter. Durch den erfolgreichen Fortgang dieser Betriebe ist daher das Ergehen eines großen Teiles unserer Bevölkerung bedingt. Unsere wissenschaftliche Erkenntnis auf diesem Gebiete ist aber viel weniger entwickelt, als es dem wirtschaftlichen Bedürfnis entspricht. Man beschäftigt sich mit den reinen Metallen nach der chemischen und physikalischen Seite. Mit den Eigenschaften, die für den Gebrauch entscheidend sind, wenn man ein Blech walzt oder einen Maschinenteil herstellt, hat man sich wissenschaftlich wenig abgegeben, einmal weil diese Eigenschaften weder für die systematische Forschung in der Chemie und Physik im Vordergrund stehen, dann weil die Materialien selbst, die man für die Werkstatt benutzt, nicht die reinen Metalle sind, sondern Nebenbestandteile enthalten, die gerade die für die Metallbearbeitung wichtigen Eigenschaften am stärksten beeinflussen. Jetzt, nachdem die allgemeinen Grundlagen geschaffen sind, kann man sich mit Erfolg der wissenschaftlichen Bearbeitung der Fragen zuwenden, an denen das gute Ergebnis der mechanischen Bearbeitung hängt. Damit wird man vielfach zu neuen theoretischen Fragen zurückgeführt, die bis tief in das Wesen des metallischen Zustandes hineinreichen und ebenso zu neuen Problemen der Arbeit führen wie die Mög-

lichkeit schaffen, durch stoffliche Veränderungen die Bearbeitungseigenschaften wesentlich zu verändern. Alles dieses muß man, und zwar gerade jetzt und mit besonderem Nachdruck behandeln, weil es Unterlagen sind, auf denen die Industrie steht, deren Erzeugnisse im schweren und nicht immer leichten Wettbewerb mit ausländischen Erzeugnissen stehen, und weil die Empirie, die bisher die Grundlagen abgegeben hat, versagt.

Solche Unterlagen können nur durch die gemeinsame Arbeit aller geeigneten Kräfte an deutschen Hochschulen und vorhandenen Forschungsinstituten gewonnen werden. Vorschläge hierüber sind seitens des bisherigen Vorsitzenden des Hochschul-Verbandes, Herrn Geh. Rat. Prof. Schenck in Münster, der seit 20 Jahren auf diesem Gebiete eine führende Stellung einnimmt, ausgearbeitet worden.

Die Forschungen, die sich aus einer Fülle von Einzelproblemen zusammensetzen, die heute nicht mehr der Zufallsbearbeitung überlassen werden können, betreffen a) das Wesen des metallischen Zustandes als solchen (zurückgehend bis auf die Atomphysik), b) die Gefüge und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen, c) Festigkeit, Plastizität und Formgebung bei metallischen Stoffen, d) die physikalische Chemie der metallurgischen Vorgänge, e) feuerfeste Materialien. Schon bei den bisher gepflogenen Beratungen haben sich auch bereits andere namhafte Gelehrte zur Mitarbeit bereit erklärt, wie Geh. Rat Tammann in Göttingen, Prof. Schiffner in Freiberg, Prof. Körber in Düsseldorf, Prof. Oberhoffer in Aachen, Prof. von Karman in Aachen, Prof. Nadai in Göttingen, Prof. Eitel in Königsberg, Prof. Eucken in Breslau, Prof. Roth in Braunschweig, und schon die erste Übersicht läßt einen Betrag von 250000 RM. für die Bearbeitung nur eines kleinen Teiles der gestellten Aufgaben erforderlich erscheinen. Damit ist aber der Kreis dieser Aufgaben noch nicht genügend erfaßt, und insbesondere würden Einrichtungen zur Verflüssigung von Helium zur Erreichung tiefster Kältegrade, die ungeahnte Einblicke in das Wesen der Materie versprechen, aber auch auf anderen Gebieten der Physik neue bedeutungsvolle Erkenntnisse erhoffen lassen, weitere erhebliche Mittel erfordern, so daß hierfür im ersten Jahre mindestens der Betrag von 500000 RM. einzusetzen ist. Gerade das erste Jahr wird hier wie auf anderen nachstehend besprochenen Gebieten mit Rücksicht auf vorzunehmende Serienbeobachtungen durch die Beschaffung von Apparaten, Instrumenten und Sondereinrichtungen, die für weitere Untersuchungen erhalten bleiben, besonders hohe Aufwendungen erfordern.

B. Bis in die letzte Zeit hat man Bodenschätze durch eine Art glücklicher Ahnung erschlossen. Man hatte eine ungefähre Vorstellung von den Lagerstätten durch die Kenntnis der allgemeinen Geologie, und man bohrte mit der Sicherheit großer Aufwendungen und der Unsicherheit, den rechten Fleck zu ergründen. Jetzt sind die Fortschritte auf den einschlägigen Gebieten der Geophysik und Physik von solcher Art, daß wir Methoden im Entstehen und zum Teil schon in Übung sehen, die die Lagerstätten auch in großen Tiefen nicht nur vermuten, sondern bestimmen lassen.

Die besonders unter den Anforderungen des Krieges und der Nachkriegszeit begonnenen Arbeiten haben zu gerade in Deutschland hochentwickelter Technik geführt, die auch im Auslande vielfach durch deutsche Forscher zur Erschließung

von Kohlen-, Erz- und Erdöllagern benutzt wird. Doch haften an allen Methoden noch große Mängel, die nur durch intensivste Forschungsarbeit überwunden werden können, in der sich Geologen und Physiker zusammenfinden müssen. Nur verfeinerte Methoden werden den Anforderungen gerade bei der Ausnutzung auch der geringsten geologischen Vorkommen von Erdschätzen in Deutschland gerecht werden können. Eine vor wenigen Tagen in Göttingen abgehaltene Besprechung hat zu dem Plan geführt, die vorliegenden Erfolge im Wege 1. der Seismik, 2. der Schwerkraft, 3. des Magnetismus, 4. elektrischer Schwingungen und Strömungen, 5. elastischer Deformationen, 6. der Radioaktivität, 7. der Wärmeleitung zu fördern. Weitgehende Erkenntnisse über das Erdinnere und den Erdkern werden zugleich bei den Untersuchungen gewonnen werden können.

Beratungen mit maßgebenden Forschern, wie Geh. Rat Wiechert in Göttingen und dem Leiter der Reichsanstalt für Erdbebenforschung, Geh. Rat Hecker in Jena, wie Prof. Stille in Göttingen, die ein weitgehendes Zusammenarbeiten der Geologie und der angewandten Geophysik erforderlich erscheinen lassen, ergaben die Notwendigkeit, im ersten Jahre einen Betrag von mindestens 300000 RM. einzusetzen.

C. Die Frage der Wärmeersparnis erfüllt alle technischen Kreise, und die Industrie hat nach dem Kriege auf keinem Punkte sich nachdrücklicher und erfolgreicher bemüht, vollkommenere Arbeitsweisen einzuführen, als bei den Verbrennungsanlagen. Durch diese Bemühungen aber ist in einer Reihe von Teilgebieten die Unzulänglichkeit des Wissenschaftsstandes mit besonderer Schärfe hervorgetreten. An diesen Stellen soll durch ein Zusammenarbeiten der berufensten Fachleute unter Führung der Notgemeinschaft der dringend verlangte Fortschritt erreicht werden. Die weitestgehende und intensivste Ausnutzung unserer Brennstoffe ist eine im Interesse der Volkswirtschaft unabweisbare Forderung. Die Verwendung der Schweröle in den Explosionsmaschinen, die bessere Wärmeausnutzung in der Dampfmaschine, das Studium der Dampf- und Explosionsturbinen seien nur als Beispiele erwähnt.

D. Das größte Gebiet, in das unsere Wirtschaft neu eingedrungen ist, bildet der Luftverkehr, im Grunde ein wissenschaftlicher Erfolg. Aber die wirtschaftliche Entwicklung ist der wissenschaftlichen vorangeeilt. Dies führt zu einer Stockung, wenn die wissenschaftliche Arbeit nicht mit besonderer Kraft gefördert wird. Welche wirtschaftlichen Fortentwicklungsmöglichkeiten in diesen wissenschaftlichen Forschungen stecken, dafür gibt es kein eindrucksvolleres Beispiel als das Flettner-Rotorschiff, das eine aerodynamische Theorie in ein brauchbares Seefahrzeug umgebildet hat. Das Interesse, das der ganze Turbinenbau an den neuen Formen der Wasserführung durch den deutschen Forscher Lawaczek auf dem vorjährigen Weltkraftkongreß genommen hat, ist ein zweites Beispiel des unausgeschöpften Reichtums, den die wissenschaftliche Bearbeitung dieses Strömungsgebiets zu bieten hat.

Ausgedehnte Forschungen auf dem Gebiete der Strömungsphysik, die die Aerodynamik und Hydrodynamik umfaßt, sind hiernach ebenso der Förderung bedürftig. Unsere nationale Wirtschaft erfordert dringend die weitestgehende Ausnutzung der Wind- und Wasserenergie und das Studium der Strömungserscheinungen in den Kraftmaschinen. Luftschiffahrt und Schiffahrt sind gleichmäßig stark an der Förderung der Erkenntnis auf diesen Gebieten beteiligt.

Auf beiden unter C und D genannten Gebieten handelt es sich um die Gewinnung wissenschaftlicher Unterlagen, wo die wirtschaftliche Arbeit und insbesondere die Maschinen- und Wasserkraft-Technik in weitem Umfange nur nach handwerklichen und Erfahrungsgrundsätzen gearbeitet haben. Die Ausarbeitung von gutachtlichen Vorschlägen haben auf dem Gebiete der Verbrennungsvorgänge Prof. Nägel in Dresden, auf dem Gebiete der Strömungsphysik Prof. Prandtl in Göttingen übernommen. Für die Inangriffnahme dieser Forschungen 1925 lassen sich die erforderlichen Mittel auf jedem Gebiete zu etwa 400000 RM. veranschlagen, so daß insgesamt hierfür 800000 RM erforderlich sein werden.

E. Die Fortschritte der reinen Chemie und Physik haben einen Stand erreicht, der heute der Physiologie besonders auf den Gebieten der Ernährung und Arbeitsleistung Fortschritte in sichere Aussicht stellt, um die sich die frühere Generation in Ermangelung solcher Grundlagen vergeblich bemüht hat. In diesem Sachverhalt stecken die großen neuen Hoffnungen für die Förderung der Volksgesundheit und des Volkswohls. Nach den Vorschlägen des Prof. Thomas in Leipzig haben sich hier in hervorragendem Maße Möglichkeiten der Gemeinschaftsarbeit ergeben, die neue Grundlagen erhoffen lassen, und Forscher wie Prof. Thierfelder in Tübingen, Prof. Brigl in Hohenheim, Prof. Scheunert in Leipzig, Prof. Knoop in Freiburg, Prof. Kutscher in Marburg, Prof. Trendelenburg in Tübingen, Prof. Windaus in Göttingen und viele andere, die bereits auf diesem Gebiete tätig sind, werden zur Mitarbeit zu gewinnen sein. Hierfür sind einstweilen 200000 RM. einzusetzen.

F. Die Chemie des menschlichen Körpers muß nach Auffassung der besten Gelehrten in ganz anderer Weise erforscht werden, um die Unterlagen für die Wirkung und Bekämpfung der Krankheiten zu finden. Im Zusammenhang damit sind besondere Untersuchungen auf dem Gebiete der Drüsenforschung, der Tuberkulose- und Syphilisbekämpfung, der Krebsforschung unerläßlich. Aussichtsreich sind auch Forschungen, die dem Wiederaufflammen der Typhusherde des Krieges durch Verfolgung der Typhusbazillenträger nachgehen wollen. Selbst die Leibesübungen müssen vom physiologischen Standpunkt aus, wobei auch der Besonderheit des weiblichen Körpers Rechnung getragen wird, neu bearbeitet werden. Vorschläge seitens der hervorragendsten Forscher wie Geh. Rat Friedrich v. Müller in München, Geh. Rat von Krehl in Heidelberg, Geh. Rat Rubner und Geh. Rat Bier in Berlin sind in Vorbereitung. Man wird nach Umfang und Bedeutung des Gebiets 500000 RM. als Anfangsforderung vorsehen müssen.

G. Ganz eigenartige Aufgaben liegen auf dem Gebiete der angewandten Entomologie vor. Hier muß den Lebensbedingungen der für Forst- und Landwirtschaft schädlichen wie der blutsaugenden Insekten mit neuen Methoden nachgegangen, und es müssen durch Erforschung des gesamten über die Insekten und ihre Parasiten vorliegenden Materials, wie der im Boden und im menschlichen Körper liegenden Ansteckungsbedingungen, neue Wege gesucht werden. Beispiele im Bereiche der Forst- und Landwirtschaftswissenschaften wie der Erforschung der Menschen- und Tierseuchen können nicht fehlen. Zunächst werden nach den hierüber eingeholten Gutachten 250000 RM. genügen.

Es darf festgestellt werden, daß es in der deutschen Wissenschaft an bestgeeigneten Forschern für alle diese Gebiete und an der Bereitwilligkeit zur Mitarbeit nicht fehlt. Im Gegenteil ist die Aussicht, auf diesem Wege dem deutschen

Volke in seiner wirtschaftlichen und gesundheitlichen Not beizuspringen, von allen Seiten mit großer Freude begrüßt worden, so daß die Übernahme dieser Aufgaben seitens der Notgemeinschaft für den deutschen Wiederaufbau von besonderer Bedeutung zu werden verspricht.

So ergibt sich schon für 1925 ein Betrag von 2500000 RM. Man darf aber nicht verkennen, daß mit den hier aufgeführten Forschungen das Gesamtgebiet der für nationale Wirtschaft, Volksgesundheit und Volkswohl erforderlichen Unternehmungen in keiner Weise erschöpft wird. Vielmehr handelt es sich bisher nur um Anfänge auf Einzelgebieten, wo eine Verständigung mit den in Betracht kommenden Forschern möglich gewesen ist. Um nach dieser Richtung mit der erforderlichen Freiheit weiteres anbahnen zu können und den Mut der Forscher nicht von vornherein durch ängstliche Zurückhaltung bezüglich der Mittel beeinträchtigen zu müssen, ist es von größter Bedeutung, daß der erbetene Betrag von 5 Millionen RM. schon im Jahre 1925 voll zur Verfügung gestellt wird.

Noch ein anderes äußerst wichtiges Moment bedarf aber hier selbständiger Betonung. Die Notgemeinschaft hat es bei allen ihren Unternehmungen sich angelegen sein lassen, den wissenschaftlichen Nachwuchs zu erhalten und heranzuziehen. Hier drohen auf nahezu sämtlichen Forschungsgebieten die schmerzlichsten, den Fortbestand deutscher Wissenschaft vernichtende Lücken. Dies war der Grund, warum die Notgemeinschaft in Ergänzung dessen, was zur Förderung des akademischen Nachwuchses seitens der deutschen Länder geschieht, und im Einvernehmen mit letzteren Forschungsstipendien begründete, um jungen Kräften, die zum wissenschaftlichen Forschen berufen und willig sind, zur Durchführung wissenschaftlicher Aufgaben auf beschränkte Zeit die erforderliche Existenzmöglichkeit zu gewähren und sie damit nach Möglichkeit der Wissenschaft, sei es in welchem Berufe, zu erhalten und der stetigen Abwanderung in andere Berufe entgegenzutreten. Unsere atlantische Expedition hat von neuem erwiesen, daß zur Erreichung dieses Zieles nichts von gleichem Anreiz ist wie die Inangriffnahme großer zusammenfassender Aufgaben, wie sie im vorstehenden dargelegt sind. Hier handelt es sich um eine besondere, alle Gebiete gleichmäßig umfassende und vielleicht die größte Sorge der deutschen Wissenschaft, wie es auch aus der beiliegenden ausgezeichneten Kundgebung des Geh. Reg.-Rats Prof. Dr. Fritz Haber zu ersehen ist. Die Mittel, die in Höhe eines Sonderfonds von 5 Millionen RM. von Reichsregierung und Reichstag erbeten sind, werden daher vorzugsweise im Rahmen der besonderen Forschungsaufgaben für die weitere Ausgestaltung der als segensreich erprobten Forschungsstipendien dienstbar gemacht werden müssen. Andernfalls wäre die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ihrem satzungsgemäßen Zwecke, die lebenswichtigen Grundlagen der deutschen Wissenschaft zu erhalten, auf die Dauer zu entsprechen nicht in der Lage. Sie erneuert daher die dringende Bitte, ihr die Bewilligung eines Sonderfonds von 5 Millionen RM. nicht versagen zu wollen, mehr als je gewiß, daß die Wissenschaft überreich die Opfer lohnen wird, die vom Vaterland in der Zeit der Not erbeten werden.

Berlin, 25. Mai 1925.

Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

Schmidt-Ott.

Anlage zur vorstehenden Denkschrift

Von Professor Dr. Fritz Haber

Es gibt eine Fülle von Darlegungen, die zeigen, wie wenig Aussicht ist, den Wohlstand des Landes unter dem Drucke der Verbindlichkeiten, die auf uns liegen, durch Steigerung der Warenausfuhr wiederherzustellen. Für den einfachsten Verstand ist deutlich, daß es auch andere Länder mit größerem Reichtum an wertvollen Rohstoffen und bedeutenderem Kapitalbesitz gibt, die für den eigenen Bedarf und für den fremden Verbrauch industrielle Produkte erzeugen wollen, und es ist nicht zu sehen, wo die Käufer herkommen, die diesem gemeinsamen Andrang von Angeboten eine entsprechende Kaufkraft gegenüberstellen.

In dieser Verlegenheit treten bei uns diejenigen auf den Plan, die von neuen Fortschritten unserer Leistungsfähigkeit eine Abhilfe erwarten, und vereinigen sich in der Forderung, die Landwirtschaft auf einen höheren Stand zu bringen, so daß sie einige Milliarden im Jahre mehr aus dem heimischen Boden herausholt. Diese Leute haben ganz und gar recht, soweit es sich darum handelt, daß unsere Lage eine völlig andere wäre, wenn wir 10 v. H. oder 20 v. H. Steigerung unserer landwirtschaftlichen Leistung aufzuweisen hätten. Aber sie haben ganz und gar unrecht, wenn sie glauben, daß sich ein so großer Erwerbsstand durch irgendeine Art von energischen Ermahnungen zu schleuniger Erfüllung einer solchen Forderung bringen ließe. Die Erhöhung des Könnens in einem großen Lebenskreise ist immer die Lösung einer großen Erziehungsaufgabe, weil es nicht nur darauf ankommt, daß die Hilfsmittel irgendwo vorhanden sind, sondern daß die Menschen in einem weiteren Umfange lernen, sie mit Sicherheit und Leichtigkeit zu beherrschen.

Wenn es sich aber um die Erziehungsaufgaben handelt, deren Lösung einen großen Beitrag zum Wohlergehen unseres Landes stellen kann, dann ist wahrlich eine andere solche Aufgabe nicht weniger nahegelegen.

Man kann nämlich den Reichtum nicht nur aus dem Boden holen, sondern auch aus dem menschlichen Verstande, weil man an das Ausland nicht nur Waren liefern kann, sondern auch Arbeitsweisen, und weil aus dieser Lieferung Beteiligungen erwachsen, aus denen Einkünfte fließen. Damit entsteht das, was die Nationalökonomen einen unsichtbaren Posten (invisible item) in der Bilanz nennen. Die nationalökonomischen Schriftsteller sprechen viel von solchen unsichtbaren Posten und betonen besonders die auswärtigen Anlagen, den See- und Landtransport und das Bank- und Versicherungswesen, unter denen die auswärtigen Anlagen nach ihnen früher für uns Deutsche der größte und wichtigste Posten gewesen sind. Aber wie diese Anlagen zusammenhängen mit der Abgabe deutscher Erfindungen und Fabrikationserfahrungen an das Ausland, davon reden sie nicht. Dies ist aber der Punkt, der mit jedem Jahre wichtiger wird.

Denn wenn alle fremden Staaten seit dem Kriege darauf aus sind, von der Warenversorgung aus dem Auslande unabhängig zu werden, und hohe Mauern bauen, in deren Schutze sie eine eigene Industrie entwickeln, so sind sie nur um so bereitwilliger, diese Entwicklung zu beschleunigen dadurch, daß sie Arbeitsweisen und erfinderische Gedanken von anderen übernehmen. Dies sind die Tore in den wirtschaftlichen Schutzmauern, und es kommt nur darauf an, wie man am besten von ihnen Gebrauch macht. Dabei ist eines ganz klar. Alle gesättigten Menschen, deren Leben auf vergangene Leistungen aufgebaut ist und die auf ihrem früheren Können ausruhen, sind voll des größten Bedenkens, ihre Erfahrungen an andere weiterzugeben, weil sie sie dann nicht mehr allein haben. Aber diese Leute helfen unserer Wirtschaft nicht zu einem neuen allgemeinen Wohlstande. Die aber, deren Leben und Zukunft auf dem gegenwärtigen Können und auf der schöpferischen Leistung sich aufbaut, die sie täglich neu vollbringen, die können viel abgeben an das Ausland, weil sie selbst viel Neues hervorbringen, und durch das führend bleiben, was sie neu schaffen.

Nun haben wir eine Bevölkerung und ein Ausbildungssystem, die mehr geeignete Menschen für erfinderische Leistung auf naturwissenschaftlich-technischem Gebiete hervorbringen können als irgendwo in der Fremde, Menschen, die vom Standpunkte der Nation mit den Hühnern vergleichbar sind, die goldene Eier legen. Wir haben ihrer mehr, nicht weil wir von Hause aus begabter sind als andere, sondern weil wir den Weg, auf dem man die Begabungen entwickelt und nutzbar macht, besser ausgestaltet haben, und weil Charakter und Tradition bei uns dem Erfolge besonderen Vorschub leisten. Wir haben vor den Franzosen das Ausbildungssystem voraus, vor den Engländern den engen Zusammenhang von Hochschulleben und industriellem Betriebe, vor den Amerikanern die Geduld und Nachdenklichkeit, die sich in langfristige Aufgaben vertieft. Aber wir machen uns unseren großen Vorteil selber zuschanden, indem wir die geringen Summen scheuen, die es zur Aufrechterhaltung unserer Leistungen bedarf, und das in einer Zeit, in der die fremden Völker, insbesondere die Amerikaner, keinerlei Summen scheuen, um den Mangel zu bessern, soweit er sich mit Geld bessern läßt. Denn das Wesentlichste bei uns für unsere weitere Entwicklung ist doch die Tatsache, daß eine gewisse mittlere Schicht der Bevölkerung, aus der vorzugsweise die verlangten Begabungen hervorgehen, verarmt ist und nicht mehr die Mittel besitzt, die sie früher hatte, um die Söhne auf das gründlichste ausbilden zu lassen. Was waren die Leute, die früher die Plätze der Fortgeschrittenen in unseren Hochschulanstalten eingenommen haben? Das waren Söhne nicht reicher, aber bemittelter Eltern, die ihr Studium abgeschlossen hatten und das konnten, was man ihnen gelehrt hatte. Diese jungen Leute empfanden das Bedürfnis, noch einige Jahre wissenschaftlich zu arbeiten, ehe sie in das Erwerbsleben eintraten, in dem Gedanken, daß es darauf ankommt, ein selbständiges Können dahin mitzubringen, das sich nicht erwirbt durch mehrjährigen Druck auf die Bänke eines Hörsaals und durch Absolvieren von Übungsaufgaben, mit denen jeder anfangen muß, bei denen aber niemand über das Gesellentum hinaus zur Meisterschaft kommt. Wo sind diese Leute jetzt? Die Väter strengen sich an, und das elterliche Haus schränkt sich ein, damit die jungen Menschen nur eben gerade durch die Studienjahre durchkommen, und dann schreiben sie sich die Finger wund und nehmen den bescheidensten Platz, damit sie ein Leben haben

und den Eltern nicht mehr auf der Tasche liegen. Um die wenigen Assistentenstellen ist ein Wettlauf schier wie im Stadion, und wenn die Fachgenossen zusammenkommen, dann ist ihr bevorzugtes Thema, wie bedauerlich es ist, daß man dem und jenem und insgesamt einer großen Menge der besten jungen Kräfte nicht habe ermöglichen können, sich gründlicher fortzubilden, weil kein Geld da war und es nicht erlangt werden konnte. Weil aber das so ist, kann nichts Nützlicheres für die Zukunft geschehen, als daß der Staat eintritt und vorübergehend hilft, daß die begabten und geeigneten Menschen nach ihrem Studium wieder das lernen können, was sie vor dem Kriege gelernt haben, nämlich selbständig wissenschaftlich denken und selbständig wissenschaftlich arbeiten. Das aber verlangt Forschungsstipendien, und ich wüßte nicht, welche nützlichere Ausgabe es gäbe, als einen Fonds für die Forschungsstipendien bei der Notgemeinschaft.

Es gibt Leute, die dieser Art Ausgaben mit Mißtrauen gegenüberstehen, weil das, was aus dem Aufwand herauskommt, nur Menschen sind, die eine bessere Qualifikation haben für die Lebensleistungen, und nicht sichtbare Objekte des Wirtschaftslebens wie etwa eine neue Sorte Flaschenpfropfen oder ein neues Düngemittel oder dergleichen mehr. Diese Auffassung aber erscheint mir außerordentlich verkehrt, denn wenn man in der persönlichen Unterhaltung hinter die Anonymität blickt, mit der die wirtschaftlichen Unternehmungen ihre Erfolge bedecken, dann zeigt sich sofort, daß der und jener, der ein Kerl von besonderem Können ist, nach der Überzeugung seines Arbeitgebers die Quelle des Erfolges darstellt. Wenn man aber selbst junge Leute ausbildet in der Art, auf die es hier ankommt, dann erfährt man täglich, welch ein Rennen ist um besondere Kräfte. Alle Unternehmer wehren sich heute mit aufgehobenen Händen dagegen, daß man ihnen die Menschen empfiehlt, die nichts Besonderes können, aber sie reißen sich um die, die selbständiges Können und Urteil haben. Die Menschen sind die Hauptsache und nicht die Flaschenpfropfen und die Düngemittel, weil die Menschen die Flaschenpfropfen und die Düngemittel hervorbringen und nicht umgekehrt. Es kostet heute mindestens 3000 RM. im Jahre, um einem Menschen zu ermöglichen, daß er nach beendetem Studium sich zu einem selbständigen Können weiterbildet, und wir müssen mindestens 600 solche Stipendien neu schaffen, wenn wir das frühere Können angesichts des privaten Vermögensverfalls aufrechterhalten und an der Stelle vorankommen wollen, wo keine internationale Schwierigkeit für das Vorankommen besteht und alles ausschließlich davon abhängt, daß unsere geistige Leistung hoch ist, nämlich bei den unsichtbaren Posten der internationalen Wirtschaft, die von den Arbeitsweisen und Erfindungen herkommen, die von uns in die Fremde wandern und uns dort Bestellungen erwerben und Einkünfte, die aus diesen Beteiligungen erwachsen.

Zu diesem Punkte wäre noch vielerlei zu sagen, was hier zu lange aufhielte, weil es noch etwas Raumes bedarf für den zweiten Gegenstand, der selbstverständlicher ist und öfter bereits erörtert. Das ist der Zustand unserer Forschungsmittel. Wenn man nämlich an den wissenschaftlichen Stellen Forschungsarbeit machen will, so muß man Apparate haben und Einrichtungen, die es früher reicher gab, weil es der Wirtschaft besser ging, und weil man sie von den Industriellen geschenkt bekam, wenn die Staatsverwaltungen knapp waren und hier und da vorsichtig mit dem Auftun des Geldbeutels. Dann ist der Krieg gekommen und die Nachkriegszeit, und wir haben allgemein eine Flicktätigkeit

angefangen, ungefähr in der Art, wie man bei einem Anzuge, der nicht mehr ganz gut ist, sich doch noch behilft, indem man durch Kunststopferei ein Loch verdeckt, und an einer Stelle, wo er sich dünn gescheuert hat, ein Stück einsetzt, und so ähnlich. Nun ist es wahrlich ehrenwert und würdig, sich der Zeit anzupassen und den äußeren Lebensbedürfnissen, und das geflickte Beinkleid oder den kunstgestopften Rock mit Anstand zu tragen, wie wir es im deutschen Wissenschaftsbetriebe getan haben seit dem Kriege. Aber hier handelt es sich nicht um das, was ehrenwert und würdig ist, sondern um das, was uns im Wettbewerb mit den andern Völkern in der Leistung an der Spitze hält, für die wir die Menschen, die Organisationen und die Verwertungsmöglichkeiten in gleichem Maße besitzen. Dazu müssen wir unsere wissenschaftlichen Einrichtungen erneuern, unsere Instrumentenbestände verbessern, kurz, das wenigstens im mittleren Maße tun, was im reichsten und vollsten Maße in den Vereinigten Staaten geschieht. Aber es geschieht nicht nur in den Vereinigten Staaten, es geschieht auch in dem aufgewachten Lande des fernen Ostens, in Japan, und ich denke, es geschieht überall, wo die Menschen aufwachen und erkennen, daß ein Vorsprung vor den anderen Völkern niemals bei mäßigem Klima und bescheidenen Bodenschätzen zu erringen oder festzuhalten ist, ohne zunehmende Vertiefung, und zunehmende Vertiefung nicht ohne Förderung des Forschungsbetriebs. Es wäre auch nur ein halbes Tun, wenn man die Menschen unterstützen wollte, damit sie eine gediegenere Ausbildung bekommen, und die Hilfsmittel verweigerte, die sie zu ihrer Forschungstätigkeit brauchen. Deswegen tritt bei der Notgemeinschaft neben das Bedürfnis nach Forschungsstipendien die Forderung nach Sachmitteln in verwandter Höhe. Nun kann man vielleicht einwenden, daß all dies schon geschieht, und etwa auf den preußischen Haushaltsplan hinweisen, der bei dem Titel „Kultusministerium" einen großen Fortschritt zeigt, der in der Höhe der Ziffern im Jahre 1925 gegenüber dem Jahre 1924 und dem Jahre 1913 in Erscheinung tritt. Da sehen wir z. B., daß Kunst und Wissenschaft, für die wir 1913 44 Millionen im Haushaltsplan stehen hatten, 1924 mit 42 Millionen und 1925 mit 64 Millionen eingesetzt sind. Das ist sicher gut, und es ist eine große Ehre für das Kultusministerium, daß es diese Ziffer erfolgreich erstreitet, und die Wissenschaft schuldet dieser berühmten alten Verwaltungsbehörde den größten Dank. Es ist auch gewiß schwer und vielleicht unwahrscheinlich, mehr zu erreichen, nachdem diese Instanz ihr Bestes getan hat, um diese Ziffern zu erhöhen. Aber warum ist es schwer und unwahrscheinlich? Weil wir weniger in unserem Lande als in den Vereinigten Staaten, ja selbst in Japan den Zusammenhang dieser Ausgaben mit unserem Leben sehen, und weil wir ihre Bedeutung unzulänglich einschätzen. Denn wenn wir denselben preußischen Haushaltsplan desselben Ministeriums daraufhin ansehen, was der Schule zufällt und der Kirche, dann finden wir, daß, verglichen mit 1913, die Ausgaben für die Kirche im Jahre 1925 um 71 v. H. und die Ausgaben für die Schule um 88 v. H. erhöht sind, während bei der Kunst und Wissenschaft die Erhöhung 45 v. H. ausmacht. Glaubt ernsthaft jemand, daß es für das wirtschaftliche Wohlergehen unseres Volkes mehr auf die Kirche und die Schule als auf die Wissenschaft ankommt, oder ist das wirtschaftliche Wohlergehen in diesen unseren Tagen nicht wichtig genug, um dem, was Quelle und Ursprung ist, nämlich der Wissenschaft, ebenso materielle Fürsorge zuzuführen als Kirche und Schule? Dies ist aber der Punkt, an dem

die Bedürfnisse der Notgemeinschaft auftreten. Denn wenn es auch in der Form und in der Eingliederung in das Verwaltungswesen Unterschiede macht, ob die Hilfe auf dem Wege über die Bundesstaaten oder auf dem Wege über die Notgemeinschaft erfolgt, so ist es doch für die Wissenschaft in letzter Linie nur wichtig, daß sie überhaupt erfolgt. Es ist aber auch beim Wege über die Notgemeinschaft ein besonderer vorteilhafter Umstand. Denn es gibt viele Dinge, bei denen man sich begnügen kann, daß sie an einer Stelle in Deutschland vorhanden sind, und es ist für die Notgemeinschaft leichter, solche Bedürfnisse zu befriedigen, ohne Eifersucht zu wecken, als für die Bundesstaaten, die untereinander willkommenerweise um den Rang ihrer Anstalten wetteifern.

Mir klingen im Ohr, bevor sie ausgesprochen sind, alle die Worte, welche dazu bestimmt sind, mit einer respektvollen Verneinung vor den Gründen, die für die Bewilligung vorgebracht werden, „nein" zu sagen, und so kommen alle darauf hinaus, daß es uns schlecht geht, weil wir den Krieg verloren haben, und daß es dringendere Forderungen gibt, die zuvor befriedigt werden müssen. Dazu habe ich nur zweierlei zu sagen. Das erste ist, daß auch Japan, auf das ich hingewiesen habe, ein Schicksal erfahren hat, welches gleichbedeutend ist mit einem verlorenen Kriege, denn alle stimmen darin überein, daß das Erdbeben dem japanischen Staate und Volke mehr gekostet hat als die beiden Kriege, die es 1894 und 1904 gegen China und Rußland geführt hat. Trotzdem steht Japan auf dem Standpunkte, auf dem Friedrich der Große gestanden hat nach dem Siebenjährigen Kriege, der wirtschaftlich so viel für Preußen bedeutete, als je ein verlorener Krieg für ein Land bedeutet hat. Die Japaner meinen nämlich, daß, so arm ein Land sein mag, es nie zu arm ist, wenigstens an einer Stelle das zu schaffen, was für seine weitere Entwicklung notwendig ist, und sie richten sich danach bei der Ausstattung von Forschungsstellen für solche singulären Aufgaben, wie sie die Notgemeinschaft mit dem Sachanteil der beantragten Summe erfüllen will. Die wenigen Millionen, um die es sich dafür handelt, werden gefunden, und ich denke, sie werden auch bei uns sich finden, wenn die Überzeugung der Notwendigkeit, von der ich erfüllt bin, sich ausbreitet, wie ich hoffe. Denn es handelt sich um einen Bruchteil der Reichsausgaben, der so klein ist, daß man die Lupe nötig hat, um ihn abzulesen.

Ich habe immer gefunden, daß in diesem unseren Lande derjenige stark ist, der nichts für sich haben will, und der mit seinem Herzen für eine neue große Aufgabe eintritt. Es ist aber eine neue große Aufgabe, uns aufzuhelfen durch Leistungen auf geistigem Gebiete, die durch unsere heimische Industrie hindurch den Weg ins Ausland nehmen und uns dort Bestellungen erwerben und unsichtbare Einkommenposten im internationalen Wirtschaftsverkehr. Es ist das eine große Aufgabe, weil wir die Voraussetzungen zu ihrer Erfüllung in besonders reichem Maße in unserer Nation und in unseren Einrichtungen besitzen, und es ist eine neue Aufgabe, weil wir früher vor dem Kriege auf die Versorgung des Auslandes von der Heimat aus mit Waren gestellt waren, und nicht mit dem leidenschaftlichen Wunsche der fremden Länder zu rechnen hatten, der erst aus dem Kriege hervorgegangen ist, alles Wichtige auf eigenem Boden zu erzeugen.

So hoffe ich, daß diese Worte bei den Stellen, die das Land regieren, Gehör finden, weil sie die alte Weisheit wissen, die in dem Satze sich ausspricht: **Regieren heißt voraussehen!**

III. Denkschriften über Gemeinschaftsarbeiten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft im Bereich der Nationalen Wirtschaft, der Volksgesundheit und des Volkswohles

Vorwort

Die Organe des Reichs haben zur Durchführung von Forschungsaufgaben im Bereich der nationalen Wirtschaft, der Volksgesundheit und des Volkswohles zunächst 3 Millionen Mark bewilligt. Gemäß der seitens der Notgemeinschaft vorgelegten Denkschrift sollen sie dazu dienen, wissenschaftliche Grundlagen der genannten Gebiete im Wege gemeinsamer Arbeit und Forscher aus den verschiedensten Teilen des Reichs zu klären. Es kommt dabei insbesondere auch auf die Zusammenarbeit verschiedener Fachgebiete an.

Die nachfolgenden Denkschriften können nur als vorläufige Mitteilungen über die bisher zur Inangriffnahme im Kreise der Notgemeinschaft und ihrer Ausschüsse gepflogenen Verhandlungen dienen. Daß der Kreis der dringlichen Aufgaben darin auch nicht annähernd umrissen werden kann, ergibt sich von selbst. Hier steht jede Ergänzung frei. Die vorliegenden Angaben bezwecken allgemeine Orientierung als Unterlage für die seitens des Hauptausschusses zu fassenden Beschlüsse.

Auf Einzelheiten und Personenfragen ist in der Hauptsache verzichtet. Es ist selbstverständlich, daß der Hauptausschuß der Notgemeinschaft wie auf allen anderen Gebieten auch hier die Entscheidung behält und zu gegebener Zeit damit befaßt werden wird. Demzufolge sind auch Einzelangaben, die des Zusammenhanges wegen in den Denkschriften enthalten sind, nach Ort und Person nicht bindend.

Soll die Notgemeinschaft eine Verantwortung für die geplanten großen Aufgaben übernehmen, so muß ihr bezüglich der Auswahl der Aufgaben wie der Persönlichkeiten Freiheit vorbehalten bleiben, ohne durch andere als aus der Sache fließende Wünsche oder Beeinflussungen gebunden zu sein. Es kommt nicht darauf an, spezielle

Interessen, wie sie die Vertreter der im praktischen Leben stehenden Berufsstände hegen mögen, zu fördern, sondern wissenschaftlich grundlegende Fragen zu lösen, die für jeden erfolgreichen Fortschritt, sei es auf wirtschaftlichem Gebiete, sei es im Bereich der Volksgesundheit oder des Volkswohles, Voraussetzung sind. Die Förderung der Institute als solche, die den Landesverwaltungen unterstellt sind, kann auch hier nicht in Frage kommen. Überall sind nur die Forschungen als solche zu unterstützen. Ebenso kommt die Schaffung von Beamtenstellen nicht in Frage. Das Institut der Forschungsstipendien wird aber in der Durchführung dieser Aufgaben weiter ausgebaut werden, was zugleich der Stärkung des wissenschaftlichen Nachwuchses dienen muß.

Für größere Teilgebiete wird die Heranziehung von Sonderausschüssen nicht zu umgehen sein, denen Fragestellung oder Vorschlag der Persönlichkeiten im Einvernehmen mit den ständigen Ausschüssen der Notgemeinschaft obliegt. Beschränkung ist bei dem ungeheuren Umfang der Probleme geboten. Doppelarbeit ist, wo irgend möglich, zu vermeiden.

Bei der Schwierigkeit der Aufgaben dürfen schnelle Erfolge nicht erwartet werden. Neben den in allen Wissensgebieten offenen Grundfragen macht sich die Forderung geltend, ohne Rücksicht auf die Trennung der Fächer die Vertreter verschiedener Fachgebiete zur Lösung großer Aufgaben zu vereinigen. Nur anhaltender, eindringender Arbeit kann es gelingen, die in den Hauptgebieten zum großen Teil aus der Trennung der Fachgebiete herrührenden Lücken zu übersehen oder gar zu schließen. Um so mehr darf gehofft werden, daß die Arbeit der Notgemeinschaft auf diesem Felde dem deutschen Volk dauernd Nutzen bringen wird.

Dr. F. Schmidt-Ott.

1. Denkschrift über Metallforschung

Die Absicht der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft, die Förderung wissenschaftlicher Forschung nicht nur den zufälligen Einzelanträgen zuteil werden zu lassen, sondern darüber hinausgehend die großen Wissenschaftsaufgaben, welche der Volksgesundheit, der nationalen Wirtschaft und dem allgemeinen Volkswohl dienen, durch Bereitstellung von Mitteln ihrer systematischen Behandlung und

Lösung entgegenzuführen, wird von allen, welche die politische Bedeutung der wissenschaftlichen Arbeit erkannt haben, als eine Angelegenheit von allergrößter Wichtigkeit angesehen werden müssen. Einem geistig hochstehenden Volke, dem mißgünstige und feindselige Nachbarn kaum das Lebensnotwendige gönnen, bleibt kein anderer Weg, sich von der Außenwelt unabhängig zu machen, sich zu erhalten und sich eine angemessene Lebenshaltung wieder zu erringen, als die Vertiefung in die Natur und ihre Gesetze, und der tatkräftige Wille, die Armut des heimischen Bodens durch Ausnutzung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und intensive Arbeit in das Gegenteil zu verkehren und so aus Steinen Brot zu machen, den Geist zum Siege über die Materie führend.

Die Notwendigkeit, den großen Arbeitermassen Deutschlands Arbeit und damit Brot zu liefern, zwingt zur Bereitstellung großer Mengen von Werkstoffen, welche von ihnen nicht nur für den heimischen Bedarf verarbeitet, sondern auch für die Ausfuhr in möglichst hochwertige Erzeugnisse der mannigfaltigsten Art verwandelt werden müssen. Unter ihnen nehmen neben den Rohstoffen für die Textilindustrie und denen der chemischen Industrie die bedeutendste Stellung die Metalle ein, ohne welche heute kein Ingenieurbau, keine Energiegewinnung und Energieübertragung von einigem Ausmaße und kein Verkehrsmittel denkbar ist, von den Werkzeugen der Industrie, des Handwerkers und des Landmannes ganz abgesehen. Die Anforderungen, welche an die metallischen Werkstoffe hinsichtlich ihrer physikalischen, mechanischen und chemischen Eigenschaften gestellt werden, sind unendlich mannigfaltig, und ständig treten neue hinzu, deren Befriedigung den Metallurgen immer und immer wieder vor neue Probleme stellt.

Diese in weiten Kreisen bekannten Tatsachen zeigen, daß das Gebiet der Metalle und der mit ihnen zusammenhängenden Dinge zu denen gehört, welche der weiteren Erforschung dringend bedürfen, und der mit der bisherigen Entwicklung der Metallurgie Vertraute weiß, daß die Bearbeitung dieses Feldes reiche Früchte voraussehen läßt, da das wissenschaftliche Rüstzeug für die Metallforschung vorhanden ist, seitdem Physik, Chemie und physikalische Chemie uns ein fast vollständiges Bild vom Aufbau der Materie und den sie beherrschenden Gesetzen geliefert haben. In allen Beziehungen, welche die Änderung des Aggregatzustandes, die Mischungs- und Entmischungserscheinungen, sowie die Bildung und Spaltung ihrer Verbindungen be-

treffen, stimmen die metallischen Stoffe mit den nichtmetallischen überein; ihre Sonderstellung wird lediglich durch ihre wiederum durch gemeinsame Ursachen verknüpften elektrischen und optischen, sowie die hohen plastischen Eigenschaften bedingt. Die spezifisch metallischen Eigenschaften sind in der Reihe der chemischen Elemente außerordentlich häufig vorhanden, haben wir doch nicht weniger als 80% sämtlicher Elemente zu den Metallen zu rechnen.

Die gesetzmäßige Verteilung der Metalle in dem periodischen System der chemischen Elemente liefert uns den Beweis dafür, daß die metallischen Eigenschaften, denen wir bei den chemischen Verbindungen nur sehr selten und stets im abgeschwächten Maße begegnen, Atomeigenschaften sind und durch den besonderen Bau der Elektronenhülle des Atoms hervorgerufen werden.

Alle metallischen Stoffe haben, so groß die Unterschiede gelegentlich zu sein scheinen, so viel Gemeinsames, daß eine Einteilung der Metallforschungsarbeit nach den einzelnen Metallen und eine scharfe Trennung der Eisen- von der Metallforschung in keiner Weise gerechtfertigt erscheint. Die Trennung zwischen Eisen- und Metallhüttenwesen ist wohl weniger durch die Wesensverschiedenheit der beiden Gebiete als durch die gewaltige Überlegenheit der Erzeugungsgrößenordnung beim Eisen, die notwendige Bewältigung großer Massen und die dadurch bedingte größere Bedeutung der Maschine hervorgerufen worden. Jedenfalls müßte man bei Inangriffnahme metallurgischer Forschungsarbeit grundsätzlich für eine Zusammenfassung der Eisen- und der Metallforschung eintreten, damit in der geplanten Arbeitsgemeinschaft keine unwirtschaftliche Doppelarbeit geleistet wird, und die gegenseitigen Erfahrungen ausgetauscht werden können, um dem Ganzen zu nützen.

Die Metallforschung läßt sich in verschiedene Zweige gliedern. Es ist zu untersuchen:

A. Das Wesen des metallischen Zustandes

Bereits oben ist darauf hingewiesen, daß 80% aller Elemente Metalle sind, und daß die metallischen Eigenschaften von dem Bau des Atomes und seiner äußeren Elektronenhülle abhängen. Wir haben es hier also mit einem Gebiete der Atomphysik zu tun.

Sehr unvollkommen sind unsere Kenntnisse über den Mechanismus der elektrischen Leitfähigkeit und der Thermoelektrizität. Weiter fehlt eine systematische Untersuchung der von Kammerlingh Onnes in

Leyden entdeckten Supraleitfähigkeit bei den tiefsten uns zugänglichen Temperaturen. Nur bei einer sehr kleinen Zahl von Metallen ist die Temperatur bekannt, unterhalb deren das merkwürdige Phänomen beobachtet werden kann. Lückenhaft ist das Material über das Verhältnis der elektrischen zur Wärmeleitfähigkeit (Regelmäßigkeit von Wiedemann und Franz) in seiner Abhängigkeit von der Temperatur, über die optischen Eigenschaften der Metalle und manche andere Größe, welche einen Schluß auf den Bau der für die Metalle charakteristischen äußeren Elektronenhülle zuläßt.

Näheres Studium verdienen die sogenannten intermetallischen Verbindungen, d. h. die Verbindungen metallischer Elemente, welche noch metallische Eigenschaften zeigen. Bisher sind sie nur oberflächlich behandelt worden, es unterliegt aber keinem Zweifel, daß die Messung ihrer charakteristischen Konstanten und der Vergleich derselben mit denen der sie zusammensetzenden Elemente nicht unwichtige Einblicke in das Wesen des metallischen Zustandes gewähren wird.

In diesem Zusammenhange verdienen auch Interesse die Schlubachschen Untersuchungen über synthetische Metalle vom Ammoniumtypus. An alle diese Dinge knüpfen sich weitere Fragen von erheblicher theoretischer Bedeutung.

Eine ganze Reihe von Metallen tritt uns in verschiedenen polymorphen Modifikationen entgegen (α- und γ-Eisen, weißes und graues Zinn), die sich durch den Bau der Raumgitter voneinander unterscheiden.

Vergleichende Untersuchungen der Eigenschaften dieser aus einzelnen Atomen aufgebauten Formen können wichtige Ergebnisse für die Atomphysik und die Erkenntnis des Wesens des metallischen Zustandes liefern. Röntgenometrische und andere physikalische Messungen müssen hier zusammenwirken.

Wichtige röntgenometrische Feststellungen über α-, β- und γ-Eisen sind bereits durchgeführt worden. Mehrere von ihnen haben Bedeutung für die nächsten Kapitel.

B. Gefügeforschung an Metallen und Legierungen (Metallographie)

Die metallographische Forschung hat die Aufgabe, das Gefüge von Metallen und Legierungen zu ermitteln und die Abhängigkeit der

physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben von der Zusammensetzung, der Beschaffenheit und Korngröße der Gefügebestandteile festzustellen.

Dieser Zweig der Metallforschung ist der am besten durchgearbeitete, und seine Bedeutung ist von allen, welche mit Legierungen zu tun haben, in vollem Umfange erkannt, so daß heute jedes größere Werk der metallerzeugenden und metallverarbeitenden Industrie sein eigenes metallographisches Laboratorium besitzt.

Die günstige Entwicklung der Metallographie ist ermöglicht worden durch die Verwendung physiko-chemischer Erkenntnisse, insbesondere der Gibbsschen Phasenlehre. In neuerer Zeit hat die Möglichkeit, das Feingefüge der Kristalle durch Röntgenstrahlen aufzuklären, manche früher unlösbar scheinende Frage zu beantworten gestattet, z. B. über die Natur der unter verschiedenen Bedingungen erhaltenen Eisenkarbide, die sich nach den Untersuchungen des Eisenforschungsinstituts als identisch erwiesen haben.

Da diese wissenschaftlichen Grundlagen für die Metallographie im wesentlichen vorhanden sind, kann man die weitere Entwicklung wohl sich selbst überlassen; es wird genügen, wenn man bei einzelnen wichtigen Spezialuntersuchungen, die Bedeutsames versprechen, von seiten der Notgemeinschaft helfend eingreift.

Zwei Untersuchungsreihen, deren Durchführung erwünscht ist, seien hier angeführt:

Wenig bekannt, aber doch von nicht geringem Interesse für den Ingenieur ist die Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Legierungen von ihrer Zusammensetzung und der Natur ihrer Gefügebestandteile. Die absolute Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit erfordert einen ziemlich erheblichen apparativen Aufwand. In vielen Fällen wird man sich aber mit relativen Werten, durch Vergleich der Legierungen mit einem reinen Metall von bekannter Wärmeleitfähigkeit, begnügen können. Die Vergleichsmethoden gestatten, große Serien in kurzer Zeit und befriedigender Genauigkeit durchzumessen.

Verhältnismäßig neu sind die Bestrebungen aus weniger edlen, in reichlicher Menge zur Verfügung stehenden Metallen chemisch widerstandsfähige, nicht korrodierende Legierungen zu schaffen, von denen die Borchersschen Legierungen und die Kruppschen rostfreien Chrom-Nickelstähle zu nennen sind. Wichtige Gesichtspunkte für die Herstellung widerstandsfähiger Mischkristallegierungen ver-

danken wir Tamman, welcher die Frage der Nichtangreifbarkeit mit der Verteilung der Legierungsbestandteile im Kristallraumgitter in Zusammenhang gebracht hat.

Jetzt bemüht man sich, nachdem man bei den Legierungen des Eisens günstige Ergebnisse erzielt hat, auch das wesentlich unedlere Aluminium gegen die Einflüsse der Atmosphärilien widerstandsfähig zu machen und es in chemischer Hinsicht zu vergüten. Sicher wäre die Lösung des Problems der Korrosionsverhinderung beim Aluminium eine Angelegenheit von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung, namentlich für die deutsche Aluminiumindustrie.

C. Plastizität und Formgebung

Ein Gebiet, für welches nach den wissenschaftlichen Grundlagen seit langer Zeit gesucht wird, ist das der Formgebung im plastischen Zustande. Die Vorgänge, welche sich beim Walzen, Pressen und Ziehen der Metalle abspielen, sind noch heute in wesentlichen Stücken unklar. Man weiß, daß man einen Metallblock nicht in einem Zuge in eine Schiene überführen kann, man muß ihn mehrmals, in mehreren Stichen, unter Walzen von immer kleineren Kalibern, durchgehen lassen, und das sogenannte Walzenkalibrieren, d. h. die Art des Vorgehens von Kaliber zu Kaliber, gilt als eine schwierige Kunst, deren Geheimnisse namentlich von den Walzwerkmeistern ängstlich gehütet werden.

Offenbar handelt es sich hier um ein hydrodynamisches Problem, und es ist erfreulich, daß die Gesellschaft für angewandte Mathematik und Mechanik auf ihrer Versammlung vom 6. März 1925 in Dresden sich dieser wichtigen Frage angenommen hat.

Außer hydrodynamischen dürften auch Probleme der kristallinen Orientierungsgeschwindigkeit bei den plastischen Veränderungen vorliegen.

Jedenfalls verdienen diese Fragen hohes Interesse und alle Forschungsarbeiten, welche in dieser Richtung klärend wirken können, tatkräftigste Förderung.

Die Kristalldeformationen, welche beim Kaltwalzen auftreten, sind dem Studium durch die Röntgenanalyse nach Debye und Scherrer zugänglich geworden. Auch ist die Deformation von sogenannten Einkristallen, größeren Metalleinzelkristallen, studiert worden.

Auch die Formgebung durch Gießen flüssigen Metalles

und Erstarrenlassen hat ihre Probleme. Die Viskositäten der geschmolzenen Metalle und deren Abhängigkeit von der Temperatur sind noch völlig unbekannte, aber trotzdem wichtige Größen.

D. Die Chemische Metallurgie

Von großer Bedeutung und der Förderung bedürftig ist die Chemische Metallurgie, welche sich mit der Überführung der Erze entweder direkt in das Metall oder in Verbindungen beschäftigt, aus denen das Metall durch chemische oder elektrochemische Verfahren leicht abgeschieden werden kann.

Häufig kommen die Erze der verschiedenen Metalle, z. B. Zinkblende und Bleiglanz, aber auch andere, stark miteinander und mit Gangart verwachsen vor und bedürfen, ehe man sie verhütten kann, der Konzentration und der Trennung.

Die älteren Aufbereitungsverfahren genügen häufig nicht, um eine ausreichende Scheidung herbeizuführen. Dagegen sind einige neuere sogenannte Flotationsverfahren als brauchbar erkannt worden, bei denen wertvolle Erze durch Öl oder durch Schaum zum Schweben gebracht und so von taubem Gestein und anderen Erzen getrennt werden. Hierbei handelt es sich um eigentümliche Oberflächenspannungs- und Benetzungsvorgänge, welche in ihren physikalischen Ursachen nur sehr unvollständig erforscht sind.

Andere neue Aufbereitungsverfahren machen sich kolloidchemische Gesetzmäßigkeiten zunutze. Zum Beispiel gelingt es, in Ton eingesprengte Erzmaterialien von der Einbettungsmasse zu trennen und sie anzureichern, indem man das Kolloidmaterial peptisiert und am Absetzen hindert, während das nicht kolloidale Erz zu Boden sinkt. Auch auf diesem Gebiete ist noch mancherlei Forschungsarbeit zu leisten.

Die metallurgischen Prozesse, durch welche oxydische, sulfidische und arsenhaltige Erze in die Metalle überführt werden können, sind verhältnismäßig wenig erforscht; die Hüttenleute arbeiten vielfach noch völlig empirisch. Diese Verfahren sind aber heute für die wissenschaftliche Behandlung reif. Es hat sich gezeigt, daß die meist bei hohen Temperaturen verlaufenden Vorgänge zu den umkehrbaren gehören, bei denen von der Temperatur, der Zusammensetzung und Konzentration der Gasatmosphäre abhängige Gleichgewichtslagen auftreten. Häufig bewirkt eine kleine Änderung der genannten Faktoren eine vollständige Änderung des Reaktions-

verlaufes. Es ist notwendig, diese Einflüsse kennen und beherrschen zu lernen.

Die chemischen Gleichgewichtsgesetze und die chemische Thermodynamik sind vollständig erforscht, und es handelt sich darum, diese wissenschaftlichen Grundlagen systematisch auf die metallurgischen Vorgänge anzuwenden.

Eine Reihe metallurgischer Idealprozesse ist bereits untersucht worden. So die Gleichgewichte des Eisens, seiner Oxyde und seines Karbides mit Kohlenstoff und Sauerstoff bzw. mit den gasförmigen Oxyden des Kohlenstoffes in dem Temperaturgebiete von 500 bis 1100 Grad.

Von großer Bedeutung wird die Kenntnis der Gleichgewichte zwischen dem flüssigen Eisen oberhalb 1100 Grad mit Kohlenstoff und Sauerstoff bzw. dem Kohlenoxyde werden. Durch sie werden die theoretischen Erkenntnisse des Thomas- und Bessemerverfahrens, sowie des Siemens-Martinprozesses wesentlich vertieft werden können. Untersuchungen in dieser Richtung sind in Angriff genommen worden. Sie bedürfen, da man nur mit Batterien von Apparaten einigermaßen schnell zum Ziele gelangen kann, erheblicher Zuwendungen.

Außer den Untersuchungen über diese Grundlagen der eisenhüttenmännischen Reduktions-, Zementations- und Frischprozesse sind soeben eingehende Untersuchungen über die Gleichgewichte bei der Zementation des Eisens durch Methan und ihre Temperaturabhängigkeit durchgeführt worden.

Diese Arbeiten genügen aber noch in keiner Weise, um die Gesamtheit der eisenhüttenmännischen Verfahren wissenschaftlich zu übersehen, sie bilden nur die Grundlage für die komplizierteren, bei denen insbesondere der Einfluß des Siliziums zu studieren ist. Den Hochofenprozeß mit all seinen Komplikationen wird man erst übersehen können, wenn man die Gleichgewichte zwischen dem Eisenbade, der Silikatschlacke und der kohlenoxydhaltigen Atmosphäre genau untersucht haben wird.

Weitere Untersuchungen werden notwendig für den Einfluß, welchen die Gegenwart von Mangan, Phosphor und Schwefel auf die oben geschilderten Gleichgewichte ausübt.

Von anderen Reduktionsgleichgewichten sind die des Zinkoxydes mit Kohlenoxyd untersucht worden.

Auch andere wichtige metallurgische Vorgänge, bei denen Gleich-

gewichte eine Rolle spielen, sind studiert worden. Abgeschlossen und veröffentlicht sind die Arbeiten über die Bleiröstreaktionen, zum Teil veröffentlicht die über die Kupferröstreaktion, welche die Grundlage für die Kupferverhüttung bilden. Es folgen noch solche über die Röstung des Schwefelsilbers und Schwefelnickels und andere. Bei all diesen Vorgängen haben auch die Bedingungen, unter denen Sulfate entstehen, besondere Bedeutung.

Nur wenige der Probleme können hier genannt werden. Wir stehen auf fast jungfräulichem Boden.

Das gilt auch für die Verhüttung der Metallarsenide, der sogenannten Speisen, über deren Röstgleichgewichte so gut wie nichts bekannt ist.

In einigen Fällen, bei einfachen Vorgängen, ist es möglich, die Lage der Gleichgewichte aus den thermischen Konstanten, den Reaktionswärmen und den spezifischen Wärmen mit Hilfe der Sätze der chemischen Thermodynamik, insbesondere mit Hilfe des Nernstschen Wärmetheorems, zu berechnen. Die ungefähre Lage der Gleichgewichte und der Temperaturgebiete, innerhalb deren sie praktische Bedeutung gewinnen können, läßt sich jedenfalls mit den Nernstschen Formeln schätzen.

Deshalb ist es erwünscht, diese Konstanten in möglichst großer Zahl und mit Genauigkeit zu kennen. Viele der Reaktionswärmen lassen sich aus älterem Beobachtungsmaterial entnehmen, doch sind in vielen Fällen Nachprüfungen erforderlich.

Das gleiche gilt für die spezifischen Wärmen vieler Verbindungen im festen und flüssigen Zustande, auf deren Abhängigkeit von der Temperatur noch mehr Rücksicht genommen werden müßte, indem man die wahren spezifischen Wärmen unter Verwendung möglichst kleiner Temperaturintervalle ermittelt.

Für die wichtigsten bei den metallurgischen Reaktionen mitwirkenden Gase sind die thermischen Konstanten, insbesondere die Nernstschen „Chemischen Konstanten“, mit genügender Genauigkeit bestimmt worden, so daß nach dieser Richtung eine Lücke zunächst nicht fühlbar werden wird.

Bei dieser thermodynamischen Berechnungsmethode muß man aber stets der Tatsache eingedenk bleiben, daß die Formeln versagen, sobald Lösungsphasen, deren Zusammensetzungsverhältnisse man von vornherein nicht kennt, bei den Gleichgewichten auftreten. Diese Erscheinung ist bei den metallurgischen Systemen keineswegs selten. In

solchen Fällen ist man stets auf die direkte experimentelle Durchmessung aller für die Gleichgewichte charakteristischen Größen angewiesen.

Aber trotzdem bleibt die Kenntnis der thermischen Konstanten wichtig, weil sie den Wärmehaushalt der Prozesse zu übersehen und eine rationelle Wärmewirtschaft auch in der Metallindustrie durchzuführen gestattet.

Neben der Kenntnis der Gleichgewichte bei metallurgischen Reaktionen ist auch die Reaktionsgeschwindigkeit von Bedeutung, welche außer von den Temperaturen auch von der Beschaffenheit der reagierenden festen Stoffe und von deren Oberflächenausbildung abhängig ist.

Viel ist über die Verbrennungsgeschwindigkeit des Kokses gearbeitet worden. Andererseits hat man dem Altern der Oxyde Aufmerksamkeit zugewandt. Von der Alterungsstufe hängt das physikalische Verhalten (z. B. die Löslichkeit) und die chemische Reaktionsfähigkeit stark ab. Eine Rolle spielt die Alterung bei den Methoden zur Gewinnung des Aluminiumoxydes aus dem Bauxit, z. B. nach dem Baierschen Verfahren.

Außer dem Metalle fallen bei den feuerflüssigen Prozessen Schlacken; oben haben wir bereits gesehen, daß sie sich mit dem Metallbade und der Reaktionsatmosphäre ins Gleichgewicht setzen. Das bedeutet, daß ein mehr oder minder großer Teil des Metallgehaltes der Erze in die Schlacke übergeht. Man wird wünschen, diesen Anteil möglichst klein zu halten. Die Menge wird von den Gleichgewichtsfaktoren, insbesondere von der Temperatur und der Zusammensetzung der Gasatmosphäre, abhängig sein.

Es sind außer den Gleichgewichts- und Lösungsverhältnissen auch noch andere Eigenschaften der Schlacke gelegentlich zu berücksichtigen. Es ist bekannt, daß in geschmolzenen Gläsern, zu denen wir die Silikatschlacken rechnen müssen, Metalle, namentlich Edelmetalle, zu ultramikroskopischen Partikelchen zerstäubt werden. Die Vorgänge sind von dem Goldrubinglas her bekannt, das ein solches Zerstäubungssystem darstellt.

Es berühren sich hier die Erscheinungen künstlicher Silikatschmelzen mit solchen natürlicher. Der Metallgehalt von Eruptivgesteinen scheint ursprünglich von solchen Verteilungsvorgängen von Metall im flüssigen Magma herzurühren.

Auch die Vorgänge bei der Erstarrung der Schlacken ver-

dienen Interesse, wenn es sich um die Nutzbarmachung der Schlacken, etwa für die Herstellung gegossener Steine, handelt. Hier berühren sich die Probleme der Metallurgie mit denen der Geologie und Petrographie, welche sich ebenfalls die Ergebnisse der physikalischen Chemie, insbesondere der Phasenlehre, zunutze gemacht haben.

Zu bemerken bleibt noch, daß die Zusammensetzung der Schlacken auch für ihre Verwendung für die Zementfabrikation von hoher Bedeutung ist.

E. Die Herstellung feuerfester Materialien

Die Probleme der Silikaterstarrung spielen auch eine große Rolle in der keramischen Industrie, welche mit der metallurgischen in allerengster Fühlung steht, in der Art, daß der Metallurgie bestimmte Temperaturgebiete unzugänglich bleiben müssen, solange ihr die keramische Industrie nicht die Baumaterialien liefert, welche den erstrebten Temperaturen standhalten können.

Gerade im Augenblick ist die Frage nach der Herstellung von hochfeuerfestem Material akut. Auf einigen Hüttenwerken macht man Versuche, bei eisenhüttenmännischen Verfahren die gewöhnliche Luft durch sauerstoffangereicherte zu ersetzen. Man hofft dadurch hohe Temperaturen der Metallbäder und Stahlqualitäten erzielen zu können, wie man sie sonst nur im Elektroofen erreichen kann. Zur Zeit steht der Verwendung höherer Sauerstoffkonzentrationen, z. B. im Martinofen, der Mangel an genügend temperaturbeständigen Baumaterialien entgegen.

Auch beim Experimentieren im kleineren Maßstabe ist der Mangel an gasdichten, sehr hocherhitzbaren Gefäßen häufig recht fühlbar. Hier müssen Chemiker und Mineralogen zusammen arbeiten, um Fortschritte zu erzielen, welche das Arbeitsgebiet des Metallurgen nach noch höheren Temperaturen auszudehnen gestatten.

Diese keineswegs erschöpfende Übersicht über die Probleme der Metallurgie zeigt den ungeheuren Reichtum des Gebietes an wichtigen wissenschaftlichen Fragen der allerdifferentesten Art. In allen fünf Hauptgebieten

A. Forschungen über das Wesen des metallischen Zustandes;
B. Über das Gefüge und die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen (Metallographie);

C. Plastizität und Formgebung;
D. Chemische Metallurgie;
E. Feuerfeste Materialien

begegneten wir Fragen, welche der Lösung dringend bedürfen.

Am meisten entwickelt ist die Metallographie. Großen Erfolg versprechen zunächst die wenig angebauten Gebiete C und D. Man sieht ohne weiteres ein, daß die umfangreichen Probleme nicht von einem einzelnen Forscher gelöst werden können. Es bedarf dazu einer Arbeitsgemeinschaft vieler und bei der häufig langen Dauer der Einzelmessungen weitgehender Arbeitsteilung und in der chemischen Metallurgie der Verwendung von Apparatenbatterien.

So wünschenswert auch ein enges Fühlunghalten der an den Arbeiten beteiligten Forscher ist, so muß doch jedem die volle wissenschaftliche Selbständigkeit gewahrt und Zwang vermieden werden. Nur so wird man die Schaffensfreudigkeit erhalten und den maximalen Leistungseffekt erreichen können.

2. Denkschrift über angewandte Geophysik

A. Schwerkraft

Die Schwerkraft bestimmt die Gestalt der Erde. Da sie durch Fernwirkung der Massen entsteht, so geben Schwerkraftmessungen Aufschlüsse über die Massenlagerung in der Erde. Im Hinblick auf diese Tatsachen führten geodätische, geophysikalische und geologische Ausblicke dahin, daß Schwerkraftmessungen in großer Fülle ausgeführt wurden. Dabei ergab sich, daß Gebirge, Hochländer, Tiefländer und Meere keineswegs Massenunterschiede der Erdrinde anzeigen, wie der Augenschein zunächst erwarten läßt. Es mußte geschlossen werden, daß die Unterschiede der Höhe, welche das Auge sieht, vielfach und gerade in wichtigen Fällen, nicht durch Unterschiede in der Menge der Materie, sondern durch Unterschiede der Dichte zu erklären sind. Wir erkennen: Je lockerer in einem Gebiet der Erde das Material der Erdrinde ist, um so höher ragt diese im großen und ganzen auf. — Das Wasser ist fortwährend an der Arbeit, hier Masse abzutragen und dort Massen aufzulagern: Trotzdem zeigen Gebirge, Hochländer, Tiefländer, Meere im Gesamtbau keine dementsprechenden Unterschiede in der Masse der Erdrinde! Wir müssen annehmen, daß dem Abtragen ein beständiges Absinken der Massen von unten her und dem Auftragen ein beständiges Absinken der Massen nach unten hin

einigermaßen entspricht. Damit dieses möglich ist, muß die Erdrinde auf einer verhältnismäßig nachgiebigen Unterlage gewissermaßen schwimmen. Fundamentale Fragen über Beschaffenheit und Wandlung der Erdrinde knüpfen sich an diese Überlegungen und erhöhen die Bedeutung der Schwerkraftmessungen für Geophysik und Geologie in weitem Maße.

Hat man so erkannt, daß die Schwerkraft — und damit die Masse — im großen und ganzen über die Erdoberfläche sehr regelmäßig verteilt ist, so gewinnt die Untersuchung der dennoch vorhandenen Unterschiede, die sich sowohl bei Vergleich verschiedener Gebiete der Erde als auch in den einzelnen Gebieten von Ort zu Ort zeigen, um so größere Bedeutung und führt zu wichtigen Erwägungen über ihre Ursache. Hier hat nicht nur die Erkenntnis suchende Wissenschaft, sondern auch der praktisch gerichtete Bergbau an den sich darbietenden Problemen lebhaften Anteil. Leider sind die gewöhnlichen Methoden der Schwerkraftmessung so mühsam und verhältnismäßig so wenig empfindlich, daß dem Bergbau damit nicht sehr gedient ist. Da gelang es dem Physiker Eötvös am Ende des vorigen Jahrhunderts, eine „Drehwaage" für Feldbeobachtungen zu bauen, deren Leistung die der älteren Schwerkraftmethoden an Empfindlichkeit weit übertrifft. Nun wurde es möglich, auch die lokalen Massenunregelmäßigkeiten mit einer für bergmännische Ziele genügenden Genauigkeit festzustellen. So konnte z. B. die Umgrenzung von Salzhorsten festgestellt werden, an deren Auftreten erfahrungsgemäß die Ansammlungen des Erdöles geknüpft sind. Unter solchen Umständen ist leicht zu verstehen, daß nunmehr auch Erwerbsgesellschaften sich der Schwerkraftmessungen mit Eifer annahmen. Große Mittel für Verfeinerung von Apparaten und Methoden konnten aufgewandt werden. Leider wurde dabei die Wissenschaft sozusagen in den Hintergrund gedrängt, denn den Erwerbsgesellschaften, die im wirtschaftlichen Wettkampf stehen, lag es keineswegs daran, ihre Erfahrungen im einzelnen der Allgemeinheit bekanntzugeben, und es lag ihnen auch nicht daran, allgemeine wissenschaftliche Probleme zu behandeln. Es ergibt sich für die Wissenschaft die Pflicht, selbständig vorzugehen und die Führung auch da wieder zu übernehmen, wo in Augenblickserfolgen die Technik ihr vielleicht vorausgeeilt ist. Darin liegt nichts Überraschendes, nichts Neues. Es handelt sich nur um das alte Wechselspiel zwischen Wissenschaft und Technik, welches so oft schon segensreich für beide gewesen ist.

Auch in instrumenteller Hinsicht legen die Erfolge der Drehwaage der Wissenschaft neue Pflichten auf: Es wird zu untersuchen sein, ob weitere Vervollkommnung der Hilfsmittel für die Feldarbeit erreichbar ist.

B. Seismik

Die Seismik hat für Geophysik und Geologie in zwei Hinsichten Bedeutung gewonnen. Einmal lehrt sie Gebiete der Erdbebentätigkeit kennen, und zweitens erlaubt sie Schlüsse über die Beschaffenheit des Erdinnern und der Erdrinde (indem die elastischen Wellen verwertet werden, welche von Erdbebenherden in die Ferne laufen). Besonders in der zu zweit genannten Hinsicht sind Resultate gewonnen worden, die ans Wunderbare grenzen: Die Seismik hat für uns Menschen den Erdkörper gewissermaßen „durchsichtig" gemacht, hat also in bezug auf die Erde dasselbe geleistet wie die Röntgentechnik in bezug auf den menschlichen Körper. Es gelang z. B. festzustellen, daß in 1200 und 2900 km Tiefe Unstetigkeitsflächen vorhanden sind, so daß der Erdkörper im großen und ganzen dreiteilig gebaut ist. Die physikalische Chemie kam mit ihren Erfahrungen über die Verteilung von Stoffen in aneinandergrenzenden Schichten zur Hilfe und konnte — ausgehend von der bekannten Zusammensetzung des äußeren Steinmantels — folgern, daß die „Zwischenschicht" (zwischen 1200 km und 2900 km Tiefe) in der Hauptsache aus Verbindungen von Eisen, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor besteht, und daß der Kern in der Hauptsache aus Eisen und Nickel aufgebaut ist. Ja, die physikalische Chemie konnte sogar das Verhältnis zahlenmäßig angeben, in welchem in der Zwischenschicht und im Kern die verschiedenen Stoffe vorhanden sind.

Die Erfolge der Seismik für die Tiefen des Erdkörpers regten lebhaft dazu an, in entsprechender Weise nun auch die Erdrinde zu erforschen, die doch für die Geschichte der Erdrinde und für unser menschliches Leben so besonders wichtig ist. Da zeigten sich sehr große Schwierigkeiten. Die natürlichen Erdbebeen und die großen Explosionskatastrophen finden nur selten statt, es gibt nicht viele brauchbare Erdbebenbeobachtungsstationen, und deren dauernd registrierende Apparate sind verhältnismäßig unempfindlich. So haben natürliche Erdbeben und Explosionskatastrophen zwar wissenschaftlich wertvolle Ergebnisse geliefert, aber der Bereich des bisher Erkannten ist nicht groß. Ganz ausgeschlossen scheint es, auf dem so gekenn-

zeichneten Wege Aufschlüsse über die feinere Struktur der Erdrinde zu erhalten. In dieser Notlage sah die Wissenschaft sich auf die Zuhilfenahme künstlicher Beben angewiesen, wie sie durch beabsichtigte Explosionen erzeugt werden können. Aber diese Explosionen geben aus leicht begreiflichen Gründen nur geringfügige Erderschütterungen; es sind daher sehr viel empfindlichere Apparate erforderlich, als sie von der gebräuchlichen Erdbebenforschung benutzt werden. Der Wissenschaft gelang es, Apparate zu bauen, die Technik hat durch L. Mintrop erkannt, daß hier eine Anwendungsmöglichkeit auf volkswirtschaftliche Aufgaben vorliegt, und hat diese Apparate und Methoden ihrer Anwendung „felddienstfähig" gemacht. So sind auch von der „praktischen Seismik" schon erfreuliche Erfolge erreicht worden. Wie weitgehend und vielversprechend diese sind, wird deutlich, wenn man erfährt, daß es möglich geworden ist, die bergmännisch wichtigen Schichtgrenzen in mehreren hundert Metern unter Tag bis auf wenige Prozente genau festzustellen, und daß durch einen Meßtrupp in wenigen Tagen ein Profil von 10 km Länge untersucht werden kann. Dank der Mithilfe der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ist es auch der Wissenschaft möglich gewesen, die praktische Seismik zu fördern. Dabei wurden noch viel empfindlichere Instrumente verwendet als bei den technischen Arbeiten, und es ist gelungen, bis zu Tiefen von vielen Kilometern vorzudringen. So bieten sich hier sowohl für die Geophysik als auch für die Geologie glänzende Zukunftsbilder. Es wird möglich, in der Tiefe Feinheiten der Erdstruktur zu erkennen und die Lage bestimmter Flächen, Verwerfungen, Faltungen festzustellen.

In bemerkenswerter Weise hat die Seismik neuerdings für die Bestimmung der Gestaltung des Meeresgrundes Bedeutung gewonnen, indem es gelungen ist, mittels seismischer Methoden Lotungen durchzuführen. Man beobachtet dabei die Rückkehr von Wassererschütterungen, die beim Schiff erregt werden, nach ihrer Reflexion am Meeresgrund, sei es mit registrierenden Apparaten, sei es mit dem Ohr („Echolot"). Diese eigenartige Methode, die in verschiedener Weise ausgebaut worden ist, hat hohe Wichtigkeit für die praktische Seeschiffahrt gewonnen zur Ortsbestimmung des Schiffes und bei der Schiffsführung in kritischen Lagen. Der wissenschaftliche Wert der Methode ist sehr hoch einzuschätzen, denn es wird nun möglich, in bequemer und schneller Weise vom fahrenden Schiff aus Tiefenlotungen zu machen.

C. Magnetismus

Neben den Methoden der Schwerkraft und der Erderschütterungen haben auch magnetische Methoden für die angewandte Geophysik sich neuerdings in frischem Antrieb verheißungsvoll fortentwickelt. In Deutschland hat hierzu besonders beigetragen, daß Adolf Schmidt in Potsdam zuverlässige und empfindliche Feldapparate konstruierte.

Stark magnetische Schichten zu entdecken, ist eine verhältnismäßig leichte Aufgabe; aber es hat sich gezeigt, daß auch Unregelmäßigkeiten in der Lagerung schwach magnetischer Schichten mittels genügend feiner magnetischer Messungen entdeckt werden können. So ist z. B. möglich gewesen, die Umrisse von Salzlagern zu erkennen. Erwerbsgesellschaften haben sich der Sache angenommen, doch ist es schwer zu erfahren, wie weit sichere Erfolge erreicht worden sind. In einzelnen ausgezeichneten Fällen ist der Nutzen der Methode klar erwiesen. So ist es gewiß, daß die Wissenschaft ihr in Zukunft erhöhte Aufmerksamkeit wird schenken müssen.

D. Elektrische Methoden

Der rege Eifer, mit welchem in diesem Jahrhundert die angewandte Geophysik im Hinblick auf den Bergbau gepflegt wird, hat dahin geführt, auch elektrische Methoden zur Untersuchung der Erdrinde zu verwerten. Man ist hierbei in zwei verschiedenen Richtungen vorgegangen, indem man entweder elektromagnetische Wellen (ähnlicher Art wie beim Rundfunk) oder elektrische Ströme in die Erde hineinschickte. Durch Beobachtung der Reflexion elektromagnetischer Wellen ist es z. B. gelungen, die Tiefe des Grundwassers festzustellen und in Bergwerken die Lage der benachbarten wasserführenden Schichten und Spalten zu erkennen. — Indem man mittels passender Elektroden Gleichströme oder Wechselströme in die Erde schickte und dann durch elektrische oder magnetische Methoden untersuchte, konnte man Unregelmäßigkeiten in der Lagerung der Schichten erkennen.

Da über die Ergebnisse wenig bekannt geworden ist, läßt sich ein Urteil über die Tragweite der Methoden noch nicht gewinnen, doch ist klar, daß sie nicht zu vernachlässigen und zu unterschätzen sind. Schon allein die Aufgabe, ein Bild über die Wasserführung des Untergrundes zu gewinnen, ist in wissenschaftlicher und praktischer Hinsicht von gleich hoher Wichtigkeit.

Zusammenfassung

Von den vier beschriebenen Methoden sind die unter B und D genannten seismischen und elektrischen Methoden auch bei gleichmäßiger Lagerung der Schichten anwendbar; beide Methoden erlauben dabei scharfe Tiefenmessungen. Die unter A und C genannten Methoden mittels Schwerkraft und Magnetismus sind beschränkt auf die Untersuchung von Unregelmäßigkeiten der Lagerung; sie ermöglichen auch nicht in gleichem Maße scharfe Tiefenmessungen. Es ist aber nicht erlaubt, nun etwa zu schließen, die Methoden A und C seien den Methoden B und D weit unterlegen. Wie voreilig ein solcher Schluß wäre, folgt schon daraus, daß bisher ohne Zweifel gerade die Methode A, die Schwerkraftmethode, für die wissenschaftliche Untersuchung der Erdrinde die wichtigsten und weitgehendsten Ergebnisse geliefert hat. Man wird dabei freilich auch wieder beachten müssen, daß eben dieser Schwerkraftmethode in außerordentlich weit überwiegender Weise bisher die Arbeit zugewendet worden ist. Ihr gegenüber steht die Methode der praktischen Seismik, was die aufgewandte Arbeit betrifft, jetzt noch in den ersten Anfängen der Entwicklung.

So scheint es denn wissenschaftlich geboten, allen Methoden die Aufmerksamkeit zu schenken und abzuwarten, was sie uns für Erfolge bringen werden.

Überblickt man die in Betracht kommenden Forschungsgebiete und ihre Ziele, so erkennt man leicht, daß es sich ebensowohl um Geologie wie um Geophysik handelt. Zwar pflegt man im allgemeinen von „Angewandter Geophysik" zu sprechen, aber man könnte ebensogut auch den Ausdruck „Angewandte physikalische Geologie" gebrauchen. — Da es sich um physikalische Methoden handelt, welche dem praktischen Geologen bisher im allgemeinen ziemlich fernlagen, so kann es nicht wundernehmen, daß die Arbeiten zunächst von Geodäten und Geophysikern gefördert wurden. Erst allmählich trat der Anteil der Geologie mehr und mehr hinzu. Zur Zeit liegt die Sache so, daß immer noch die Anwendung der Apparate und Methoden physikalisch gut geschulte Kräfte verlangt. Aber es tritt mit jedem Tage lebhafter der Wunsch auf, die Methoden und Apparate möchten so durchgearbeitet werden, daß auch die praktische Geologie sie ohne weiteres anwenden könne. Der Geologe wird eine hierauf gerichtete Ausbildung erfahren müssen. Jetzt schon ist auf Schritt und Tritt das Zusammenarbeiten des Geophysikers und des Geologen erwünscht, und die Zeit

scheint nicht mehr fern, wo beide miteinander in dem edlen Wettkampf der wissenschaftlichen Forschung stehen werden.

Bedenkt man, daß es sich um die Enträtselung des Aufbaues der Erdrinde handelt, so zeigt sich in fast greifbarer Nähe eine Zukunft, in welcher die Arbeiten der Angewandten Geophysik (= Angewandter physikalischer Geologie) ein länder- und weltumfassendes Ausmaß angenommen haben werden.

Zur Zeit herrschen vielfach noch die Aufgaben der Ausarbeitung der Methoden und der Schaffung passender Geräte vor. Hier sind individuelle Arbeiten das Gebotene. Es scheint darum vorläufig zweckmäßig, die Arbeit einzelner besonders hierfür geeigneter Forscher zu unterstützen.

Denken wir an die Verbindung von Geophysik und Geologie, so schwebt als ein großartiges Ziel vor, die Geologie der Tiefe in weitem Bereich, für ganz Deutschland, klarzustellen. Es ist die Aufgabe unserer Zeit, hier den Weg zu bahnen. Eine naheliegende Teilaufgabe, immer noch von sehr großem Ausmaß, wäre z. B., eine Tiefenkarte des Salzvorkommens zu schaffen. Da an die Salzhorste das Ölvorkommen geknüpft ist, wäre hier der Anschluß an das Wirtschaftsleben unmittelbar gegeben. — Für den Beginn der Arbeiten wären Gebiete zu wählen, für welche Aufschlüsse durch Bohrungen usw. schon vorliegen. Es gäbe die willkommene Möglichkeit, die verschiedenen Methoden in ihrer Arbeitsfähigkeit zu prüfen und zu erkennen, wie sie einander sich ergänzen. So auch würden die für alle Weiterarbeit notwendigen Erfahrungen gewonnen werden können.

Es handelt sich bei der Angewandten Geophysik um Gebiete, welche in weitem Maße wirtschaftliche, insbesondere auch bergmännische Bedeutung haben. So sehr dies in der heutigen Zeit beachtet werden muß, darf doch nicht vergessen werden, daß auch wichtige wissenschaftliche Fragen ins Spiel kommen. Wie vielfältige Erfahrung lehrt, empfiehlt es sich darum, die rein wissenschaftliche Arbeit sorgfältig zu pflegen, weil sie ihrer Natur nach mit größerer Unbefangenheit vorgeht. So dient man ohne Zweifel auch der Praxis am besten, denn man wird nicht die geringste Sorge hegen dürfen, daß die stets wachsame deutsche Praxis sich die Erfolge der Wissenschaft sofort zunutze machen wird. Sie wird es hier, wie immer, verstehen, die für sie in Betracht kommenden Einzelheiten auszuarbeiten und die von der Wissenschaft vorgebildeten, für ihre Ziele passenden Personen zu finden.

3. Denkschrift über Zusammenarbeit von Geophysik und Geologie

Die Arbeiten auf dem Gebiete der angewandten Geophysik sollen die Anwendung der Geophysik zur Lösung wissenschaftlich und wirtschaftlich bedeutsamer Fragen pflegen. Im Vordergrund steht dabei die Anwendung auf Probleme des Bodens, und daraus ergibt sich, daß ein Hand-in-Hand-Arbeiten mit der Geologie notwendig ist.

Vom geologisch-bergmännischen Standpunkte betrachtet, ist der Wert der geophysikalischen Untersuchungsmethoden von zweierlei Art.

In den Vordergrund tritt die praktische Bedeutung der Untersuchungen. Die Überzeugung von dem Werte bestimmter geophysikalischer Arbeitsrichtungen für Fragen des Bergbaus und überhaupt der Erschließung von Bodenschätzen bricht sich immer mehr Bahn, und daran ändert auch wenig, daß vielfach Mißerfolge bei der praktischen Anwendung geophysikalischer Methoden eingetreten sind. Sie erklären sich zum Teil dadurch, daß Unternehmerfirmen die Lösung von Aufgaben übernommen haben, denen ihre Methoden nicht gewachsen, oder für die sie jedenfalls noch nicht annähernd ausgebaut waren. Hier soll ja eben Wandel geschaffen, und es sollen ganz unabhängig von Erwerbsinteressen und unabhängig von Erwerbsgesellschaften auf rein wissenschaftlicher Basis die Untersuchungsmethoden geprüft, verfeinert und womöglich neue Methoden eingeführt werden. Und was dann geprüft und vervollkommnet ist, soll dem Wirtschaftsleben zur Verfügung stehen.

Zweitens aber kann sich die Geologie von der Anwendung der physikalischen Methoden hervorragende Bedeutung für die Klärung rein wissenschaftlicher Fragen des Aufbaues unserer Erdrinde versprechen. Große Fortschritte der wissenschaftlichen Erkenntnis haben oft schon Einzelaufschlüsse, wie sie sich z. B. aus Bohrungen ergeben haben, angeknüpft. Wie ganz anders aber muß die geologische Wissenschaft gefördert werden, wenn ihr nun in viel weiterem Umfange auf Grund viel billiger und schneller arbeitender geophysikalischer Methoden ein reiches Beobachtungsmaterial über große Erdtiefen dargeboten wird.

Die Arbeitsteilung zwischen Geophysik und Geologie wird im wesentlichen darauf hinauskommen, daß der Geophysiker die Methoden und die Apparaturen ersinnt und ausbaut, daß aber der Geologe die Auswertung der mit Hilfe solcher Methoden gewonnenen Ergebnisse für die Frage der Zusammensetzung des Bodens übernimmt. Ist doch die Anwendung

physikalischer Methoden vielfach schon daran gescheitert, daß die geologische Auswertung unzureichend oder falsch war. Aus dieser Erkenntnis heraus hat die Beschäftigung von Geologen bei Gesellschaften, die die Erforschung des Bodens mit physikalischen Methoden betreiben, stark zugenommen. Und letzten Endes ist auch, wenn die Methode feststeht und die Apparatur ausreichend verfeinert ist, die physikalische Registrierarbeit im Untersuchungsfelde meist eine einfache Sache und also ohne große physikalische Vorbildung zu erledigen, während umgekehrt die Anforderungen an die Qualität des die Ergebnisse bearbeitenden Geologen recht hochgestellt werden müssen. Dafür liegt aber auf geophysikalischer Seite, wie gesagt wurde, die fundamentale Aufgabe der Ersinnung und Fortentwicklung der Methoden unter Verfeinerung der Apparaturen. Man wird bei der Prüfung der Methoden ja möglichst von bekannten Untergrundsverhältnissen ausgehen, denn hier wird man am ehesten die Kontrolle haben, ob die Methode genügt.

Eine wesentliche Mitwirkung der Geologie wird also diejenige der Deutung der physikalischen Befunde sein. Es wird z. B. eine gewisse Minderschwere des Bodens, eine gewisse Veränderung der Elastizität der Bodenmassen in einer bestimmten Tiefe, es werden irgendwelche Diskontinuitäten im Bodenaufbau festgestellt. Welcher Art diese Verhältnisse im einzelnen sein mögen, wird nur der Geologe erkennen können. Er wird auch darüber zu urteilen haben, ob gewisse Ergebnisse über das Bild des Untergrundes, die von Methoden, die vielleicht erst im Anfang ihrer Ausarbeitung stehen, erzielt werden, überhaupt geologisch vorstellbar sind. Weiter aber wird der Geologe bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete und gewiß auch oft bei der Versuchsanordnung im praktischen Einzelfalle die Beratung übernehmen müssen. Er wird schon Versuchsgebiete anzugeben haben, die für die Lösung einer Problemstellung möglichst einfach und möglichst klar liegen und also eine möglichst eindeutige Lösung ermöglichen.

Nehmen wir ein konkretes Beispiel. Wenn auch die Aufsuchung von kaliführenden Salzlagerstätten an sich zur Zeit kein wesentliches wirtschaftliches Interesse hat, im Gegenteil ein Salzschacht nach dem andern zur Konzentrierung des bergbaulichen Betriebes stillgelegt wird, so haben doch die Salzvorkommen insofern erhöhte Bedeutung, als an ihre Ränder das Vorkommen von Erdöl geknüpft ist. Es wäre den Versuchen zur Erschließung von Erdöl ein großes und wichtiges

Fundament gegeben, und sehr viele von vornherein aussichtslose Bohrungen würden vermieden werden, wenn man eine zuverlässige Unterlage über das Auftreten der Salzkörper in Norddeutschland, insbesondere in Nordhannover, besäße. Mancherlei ist ja schon über das Vorkommen solcher Salzkörper bekannt, aber keineswegs sind diese in der für eine systematisch vorgehende Erschließung von Öl erforderlichen Genauigkeit umgrenzt, und sehr viele Salzkörper sind sicher überhaupt noch nicht aufgefunden. Wenn die angewandte Geophysik die Herstellung einer solchen Karte der Salzvorkommen unter Benutzung physikalischer Methoden in Angriff nehmen wollte, so läge es auf der Hand, daß nun nicht etwa die ganze Lüneburger Heide systematisch untersucht werden könnte, man sich vielmehr von vornherein außer an die bereits bekannten Vorkommen, die genauer zu umgrenzen wären, an solche Zonen und Punkte halten müßte, die nach den bisherigen geologischen Erfahrungen über den Aufbau des Untergrundes von vornherein schon eine größere Möglichkeit oder gar Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Salz besitzen. Hier müßte also das speziellere Arbeitsprogramm zu einem wesentlichen Teile nach den geologischen Gesichtspunkten gewählt werden. Eine hochbedeutsame Frage spielt hier noch hinein, hinsichtlich deren physikalische Methoden vielleicht helfen können. Unsere Salzkörper sind nämlich nur auf gewisse Erstreckung, oft nur an einer Seite ölführend, während auf anderer Erstreckung das Öl fehlt. Es fragt sich nun, worin diese Verschiedenartigkeit begründet liegt. Man kann die Vermutung haben, daß die spezielle Ausgestaltung der Salzflanken gewisse Fingerzeige bietet, daß z. B. insbesondere neben den unterirdischen Steilabstürzen des Salzes das Öl zu erwarten steht, während es bei flacherem Abfalle der Salzränder zurücktritt. Es müßte versucht werden, ob hier die Geophysik eingreifen kann, indem sie in diesem Sinne zunächst die schon bekannten ölführenden Randzonen der Salzvorkommen mehr, als es bisher möglich war, zu klären sucht. Es würden damit nicht vielleicht nur wissenschaftlich, sondern auch wirtschaftlich außerordentlich wichtige Ergebnisse erzielt werden.

In welcher Weise nun die Mitarbeit der Geologie bei den beabsichtigten geophysikalischen Arbeiten sichergestellt werden soll, mag erörtert werden, wenn überhaupt erst die Organisation dieser Arbeiten erkennbar wird. Aber folgendes kann wohl schon jetzt zusammengefaßt gesagt werden.

Erstens: Es müßte zunächst vorgesehen werden, daß bei der Aufstellung der allgemeinen Arbeitspläne und der Festlegung der einzelnen Gebiete der Untersuchungen und in mancher Hinsicht auch bei Festlegung der Art der Einzeluntersuchungen die Geologie zu Worte kommt.

Zweitens: Es wird in sehr vielen Fällen wünschenswert sein, daß an den Untersuchungsarbeiten selbst ein Geologe beteiligt ist, um die Auswertung der physikalischen Beobachtungen von Fall zu Fall zu geben und schon dadurch der physikalischen Untersuchung unter Umständen die Richtung zu weisen.

4. Denkschrift über Arbeitsvorgang in der Wärmekraftmaschine

Wenn die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft es sich in dankenswerter Weise zur Aufgabe gemacht hat, grundlegende Fragen der Technik durch planmäßige Unterstützung der Forschung ihrer Lösung entgegenführen zu helfen, so verdient seitens der Notgemeinschaft aus der Gesamtheit der Erscheinungsformen der Maschinen die Kraftmaschine und aus deren Gattungszahl vor allem die Verbrennungskraftmaschine aus verschiedenen Gründen eine besondere Berücksichtigung. Zunächst sei festgestellt, daß die Verbrennungskraftmaschine als atmosphärische Gasmaschine von den beiden deutschen Erfindern Otto und Langen im Jahre 1865 die erste praktisch brauchbare Gestalt angenommen hat, und daß dieselben beiden Männer im Jahre 1877 durch die Einführung des Viertaktverfahrens, also durch die Vorverdichtung der Brennstoffluftladung, den erfolgreichsten weiteren Entwicklungsfortschritt bewirkt haben, den die Verbrennungsmaschine überhaupt zu verzeichnen hat. Im Jahre 1892 folgte die bahnbrechende Erfindung Diesels, die in Gemeinschaftsarbeit zwischen dem Erfinder, der Maschinenfabrik Augsburg und der Firma Krupp im Jahre 1897 zur ersten Dieselmaschine führte. Wie man aus dieser kurzen Skizze ersieht, ist die Verbrennungskraftmaschine in ihren kennzeichnenden Entwicklungsformen ein Werk deutschen Geistes. In der Tat hat auch bis zum Kriege der deutsche Motorenbau in jeder Beziehung die führende Stellung behauptet. Die Leistungsfähigkeit der deutschen Unterseeboots-Dieselmaschine erweckt noch heute die Bewunderung des Auslandes. Bei einer solchen Sachlage ist es verständlich, wenn ein gesunder nationaler Ehrgeiz bestrebt ist, auch die weiteren Stufen der Vervollkommnung mit der

deutschen Technik verknüpft zu sehen. In der Nachkriegszeit sind dieser eine Reihe von Erfolgen entgangen, deren sich die englische und die amerikanische Forschung rühmen darf. Die Vervollkommnung der Verbrennungskraftmaschine muß sich, soweit ihr grundlegender Arbeitsvorgang und nicht der Einfluß der fabrikatorischen Herstellung in Betracht kommt, auf physikalisch- und chemisch-technische Forschungen stützen, für die in erster Linie die Maschinenlaboratorien einiger technischer Hochschulen und weiterhin einige andere Institute der Universitäten und technischen Hochschulen herangezogen werden müßten. Die Auswahl der Forscher, die an den hier auftretenden Problemen mitarbeiten können, ist in erster Linie von ihrer wissenschaftlichen Neigung und ihrer bisherigen Forschungserfahrung, dann aber auch vor allem von der Ausstattung der ihnen anvertrauten Institute abhängig, da die erforderlichen Einrichtungen zum Teil sehr kostspielig und umfangreich sind. Man wird sich daher vorteilhafterweise an die Forscher wenden, die bereits im Besitze der geeigneten Maschinen und Apparaturen sind und durch ihre eigene wissenschaftliche Einstellung den Erfolg der ihnen anvertrauten Arbeit verbürgen.

Man könnte versucht sein zu glauben, daß an derartigen Forschungen in erster Linie die Motorenindustrie interessiert sei, die aus diesem Grunde die entsprechenden Forschungsarbeiten selbst ausführen sollte oder wenigstens die Kosten für diese Arbeiten aufzubringen hätte. Dieser Stellungnahme muß in einem höheren Interesse entgegengetreten werden. Abgesehen davon, daß gegenwärtig innerhalb der deutschen Motorenindustrie aus Gründen der wirtschaftlichen Selbstbehauptung keine Neigung vorhanden ist, das Versuchskonto über das unbedingt notwendige Maß hinaus anwachsen zu lassen, sind die vorliegenden Probleme so weit entfernt von den Tagesaufgaben der Konstruktion oder der Fertigung der Maschine und daher auch von der geistigen Einstellung der im praktischen Leben stehenden Ingenieure, daß deren Lösung aus dem Schoße der Fabriken unmöglich erwartet werden kann. Viele Probleme erheischen auch das Zusammenarbeiten von naturwissenschaftlich geschulten Forschern der verschiedensten Richtungen, wie sie wohl im Rahmen einer Hochschule, nicht aber in einem Fabrikunternehmen beisammen zu finden sind. Angesichts der Lückenhaftigkeit unserer naturwissenschaftlichen Erkenntnis gewisser maßgebender Vorgänge muß es vielmehr als eine Pflicht der technisch-wissenschaftlichen Institute angesehen werden, diese Erkenntnis zu vertiefen und zu vervoll-

ständigen, um durch die Forschungsergebnisse der beteiligten Industrie nach der oder jener Richtung ein freies Feld zur weiteren Entwicklung zu bieten und zugleich dem studierenden Nachwuchs für seine spätere Betätigung in der schaffenden Technik das Auge für die sich anbahnenden neuen Entwicklungsmöglichkeiten zu öffnen. Aus dieser Sachlage ergibt sich als eine bedeutsame Aufgabe deutscher technischer Wissenschaft und ihrer Pflegestätten, die schaffende Industrie stets mit neuen entwicklungsfähigen Keimen wissenschaftlicher Erkenntnis auszustatten, um ihr geistiges Rüstzeug für den Fortschritt nicht verkümmern zu lassen. Zahlreiche Erfahrungen unserer technischen Entwicklungsgeschichte lehren, daß wissenschaftliche Gedankengänge, die heute ohne das geringste praktisch-technische Interesse gewonnen werden, morgen einen grundlegenden technischen Umschwung und ungeahnte wirtschaftliche Möglichkeiten herbeiführen können.

Diese einleitende Überlegung diene zum Beweis dafür, daß die mit dem Baue von Verbrennungskraftmaschinen beschäftigte Industrie — vor allem in einer Zeit der Einschränkung und des Abbaues — nicht dazu berufen und auch nicht dazu geeignet erscheint, wissenschaftliche Aufgaben der hier zu behandelnden Art auf weite Sicht zum Gegenstand der eigenen Arbeit zu machen. Ähnlich liegen die Dinge auf den Gebieten der übrigen Wärmekraftmaschinen, wie z. B. bei den Dampfturbinen und Dampfkesseln, und in der übergeordneten Frage des Wasserdampfs als Wärmeträger überhaupt. Die fieberhaften Anstrengungen, die im Ausland, vor allen in den Vereinigten Staaten gemacht werden, um den bisherigen Zustand der technischen Machtverteilung zu ändern und nicht nur in der quantitativen Beziehung der Massenherstellung, sondern auch auf dem Gebiete der technisch-wissenschaftlichen Forschung den Vorrang zu erlangen, legen der deutschen technischen Wissenschaft geradezu die Pflicht auf, trotz der Ungunst der wirtschaftlichen Lage — oder gerade wegen dieser Ungunst — die früher entwickelte Intensität der Forschungstätigkeit wieder zu entfalten. Sie muß die zahlreichen Zweifel beseitigen helfen, die der Aufklärung vieler Vorgänge noch anhaften, deren sich die Erzeugnisse des Wärmekraftmaschinenbaues tagtäglich bedienen. Diese Zweifel und Unsicherheiten über manche grundlegenden Vorgänge hemmen den Fortschritt, der heute nicht mehr durch verschwenderisches, wahlloses Tasten und Probieren an kostspieligen Maschinenausführungen zu erzielen ist, sondern durch eine planmäßige Steigerung der Erkenntnis der grundlegenden physikalischen

oder chemischen Erscheinungen ohne übergroße Opfer an Geld und Zeit errungen werden muß. Die hierzu erforderliche Forschungstätigkeit stößt vor allem in den Laboratorien der technischen Hochschulen jetzt auf besonders große Schwierigkeiten. Diese liegen in erster Linie in der Knappheit der Mittel, die zur Beschaffung neuer Versuchseinrichtungen verfügbar sind. Mindestens von gleich entscheidender Bedeutung ist die Knappheit der wissenschaftlichen Arbeitskraft, die in der Gegenwart für Forschungsarbeiten in den zu diesen Arbeiten am besten berufenen Instituten mobil gemacht werden kann. Die Frequenz der technischen Hochschulen beträgt heute immer noch rund das Zweieinhalb- bis Dreifache der höchsten Friedensfrequenz, nach der die Institute mit ihren Einrichtungen bemessen wurden. Der hierdurch bedingte Umfang der rein unterrichtlichen Tätigkeit in den Laboratorien nimmt die wissenschaftlichen Hilfskräfte, deren Zahl nicht oder nur unwesentlich erhöht wurde, in solchem Maße in Anspruch, daß sie zu wissenschaftlich forschender Arbeit nur in ganz beschränktem Umfange die Zeit und Gelegenheit finden. Wenn für diesen Zustand eine Besserung geschaffen werden soll — und diese muß unbedingt geschaffen werden —, dann sind Forschungsstipendien in größerer Zahl notwendig, als sie bisher zur Verteilung gelangten. Durch diese Forschungsstipendien müssen wissenschaftlich beanlagte jüngere Kräfte in den Stand gesetzt werden, ohne sonstige berufliche Verpflichtungen sich in den Dienst der Forschung zu stellen, deren primäre Träger nach wie vor die Institutsdirektoren oder deren Stellvertreter sein werden. Diese werden die Forschungsarbeiten mit ihrem Rate und ihrer Erfahrung fördern, ohne mit der Kleinarbeit der Forschungstätigkeit belastet zu werden, wofür ihnen die gegenwärtigen Lehrverpflichtungen die erforderliche Zeit zumeist versagen.

Um daher die technisch-wissenschaftliche Forschung auf dem wichtigen Gebiete der Wärmekraftmaschinen wieder in die erfolgreichen Bahnen des Friedens zu leiten, ist anzustreben:

1. Geldmittel für die Beschaffung der Versuchseinrichtungen bereitzustellen und
2. Forschungsstipendien für jüngere wissenschaftlich beanlagte Kräfte zu gewähren.

Von den Problemen, deren Lösung im Interesse der Fortentwicklung der Wärmekraftmaschinen besonders wichtig erscheint und daher zur sofortigen Aufnahme der Forschungsarbeiten drängt, seien die folgenden hervorgehoben:

A. Dampfkraftmaschinen

1. Die Ausdehnung unserer Kenntnis von den physikalischen Eigenschaften des Wasserdampfs — spezifische Wärme des Wassers und des überhitzten Dampfes, Verdampfungswärme, spezifisches Volumen — bis zum kritischen Punkte.

Diese Forschung ist bedeutungsvoll als Grundlage für die heute in allen Kulturländern angebahnte Entwicklung zur Höchstdruck-Dampfmaschine, wozu die Anregung von Deutschland ausging. Die besten bisherigen Ergebnisse der Wasserdampfforschung erstrecken sich auf einen Höchstdruck von 20 Atmosphären, der der modernen technischen Entwicklung bei weitem nicht mehr genügt. Sowohl in Amerika wie in England und Deutschland sind Versuche zur Ergänzung der bisherigen Daten in Angriff genommen. Es würde verdienstvoll sein, diese Arbeit so zu unterstützen, daß möglichst bald Ergebnisse erzielt werden, die der schaffenden Industrie einen sicheren Anhalt gewähren.

2. Außer durch die Anwendung des hochgespannten Wasserdampfes sucht man — vor allem in Nordamerika durch die Anwendung von Quecksilberdampf — das Ziel höherer thermischer Ausnutzung in der Dampfkraftanlage dadurch zu erreichen, daß man den Dampf eines Stoffes benutzt, der bei Temperaturen bis zu etwa 500° C ohne chemische Zersetzung dauernd brauchbar bleibt und bei dieser oberen Temperaturgrenze, die für den Dampfmaschinenbetrieb in Betracht kommt, einen wesentlich geringeren Druck besitzt als der Wasserdampf. Es tritt somit die Frage auf, nach Stoffen Umschau zu halten, die als Wärmeträger für die Dampfmaschine den Wasserdampf mit Vorteil ersetzen oder wenigstens ihm zwecks Ausnutzung höherer Temperaturniveaus vorgeschaltet werden könnten, wie letzteres durch die amerikanische Quecksilberdampfturbine geschieht. Für derartige Stoffe wie für das Quecksilber selbst müßten die für den Dampfmaschinenvorgang wesentlichen physikalischen Konstanten ermittelt werden.

3. Der Kondensationsvorgang des Wasserdampfs steht in Abhängigkeit vom Vorhandensein von Kondensationskernen, als welche freie Jonen dienen können. Die praktisch ausgebildeten Kondensatoren haben von dieser Tatsache bewußt noch keinen Gebrauch gemacht. Es wäre zu untersuchen, ob durch Jonisierung des dampferfüllten Oberflächenkondensatorraumes der Kondensationsvorgang im günstigen Sinne beeinflußt werden könnte. Ebenso unsicher ist

die Kenntnis von den vorteilhaftesten Strömungszuständen, die dem Kühlwasser und dem zu kondensierenden Dampfe in einem Oberflächenkondensator erteilt werden müssen, um den erforderlichen Wärmeübergang auf geringster Oberfläche zu erzielen.

Versuche, die hierfür anzustellen wären, könnten gegebenenfalls in einen weiteren Rahmen von Wärmeübergangsversuchen eingeordnet werden, die sich auch auf die Frage des Wärmeüberganges zwischen überhitztem Dampf und Metallwänden zu erstrecken haben würden, in der die bisherigen Daten noch eine große Unzuverlässigkeit aufweisen.

4. Im Zusammenhang mit der Kondensation erfordern neuere Erfindungen auf Grund ihrer bereits vorliegenden praktischen Bewährung die Einbeziehung der konzentrierten und verdünnten Lösungen in den Gesamtkomplex der Dampfmaschinenanlage. Durch die geeignete Ausnutzung der Lösungswärme ist es gelungen, niedrig gespannten Dampf durch eine im idealen Grenzfall verlustfreie Hinzufügung von Wärme höheren Temperaturniveaus auf höhere Spannung zu bringen. An einem solchen Vorgang hat die gesamte Wärmetechnik ein so tiefgreifendes Interesse, daß die kalorischen Eigenschaften geeigneter Lösungen dringend der genauen Untersuchung bedürfen, um den erzielbaren Erfolg planmäßig errechnen zu können.

5. Der Dampfkessel verdient als die primäre Einrichtung zur Übertragung der Wärmeenergie des Brennstoffs auf den Dampf als Wärmeträger der Dampfmaschine eine weit größere wissenschaftliche Beachtung, als er bisher in Deutschland erfahren hat. Hierin muß der Grund dafür erblickt werden, daß die nordamerikanische Technik in der Entwicklung von Großdampfkesseln auf Grund planmäßiger Versuche weit schneller und zielbewußter vorgegangen ist, als es dem deutschen Dampfkesselbau ratsam erschien. Neben Materialfragen, die für die Belastungsfähigkeit und die Lebensdauer der Kesselhaut die größte Rolle spielen, muß unser Augenmerk auf den physikochemischen Verlauf der Verbrennung, auf den Wärmeübergang durch Strahlung und durch Berührung und vor allem auf den Wasserumlauf im Kessel gerichtet sein. Auch die Deformationen, denen ein Kessel durch seinen Betriebszustand unterworfen wird, müssen gemessen und in ihrer Abhängigkeit von den typischen Konstruktionsformen in bezug auf die mit ihnen zusammenhängenden Materialbeanspruchungen klargestellt werden.

B. Verbrennungskraftmaschinen

a) Gasmaschinen.

1. Für den Verpuffungsvorgang in der Gasmaschine ist der Einfluß des Vorverdichtungsdruckes auf die Zündgeschwindigkeit der Ladung bei weitem noch nicht hinreichend erforscht. Ferner ist die Abhängigkeit des anfänglichen Zündungsverlaufes von dem Charakter des elektrischen Zündfunkens aufzuklären, wodurch der Entwicklung der elektrischen Zündapparate eine sichere Richtschnur geboten werden könnte.

2. Von hervorragend praktischer Bedeutung wäre die Erkenntnis, welchen Einfluß die turbulente Eigenbewegung der Gasluftgemischladung auf den Verpuffungsvorgang äußert.

3. Die bisherigen Werte für die untere und die obere Zündgrenze vermögen den jetzigen Ansprüchen des Verbrennungskraftmaschinenbaues nicht mehr zu genügen. Auch fehlt für die feuerpolizeiliche Beurteilung der Gefährlichkeit eines Brennstoffluftgemisches die ausreichende Genauigkeit der entsprechenden Grenzwerte des Mischungsverhältnisses, was bei der Aufstellung von behördlichen Vorschriften für die jetzt im steigenden Maße errichteten Tankstellen für flüssige Brennstoffe als ein bedenklicher Mangel empfunden wird.

4. Die in neuerer Zeit für die Großgasmaschinen in Betracht kommende Aufladung des Zylinders zur Erzielung größerer Leistung macht zur richtigen Beurteilung der erzielbaren Erfolge die Kenntnis des Einflusses nötig, den die bei der ohne Spülung und ohne Aufladung arbeitenden Maschine im Verdichtungsraum zurückbleibenden Verbrennungsprodukte auf den Verpuffungsvorgang äußern.

Die Versuche zu 1 bis 4 erfordern zu ihrer Durchführung den Besitz von Stahlbomben mit dem zugehörigen Instrumentarium.

b) Dieselmaschinen.

1. Überaus verhängnisvoll erweist sich für die Entwicklung der Dieselmaschine unsere mangelnde Kenntnis vom Verbrennungsmechanismus der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen verschiedener Zusammensetzung. Die Frage, ob der Verbrennung eines flüssigen Brennstofftröpfchens von mikroskopischer Größe eine Verdampfung des Tröpfchens vorausgeht, ob ferner sich vor der Verbrennung eine Aufspaltung des Kohlenwasserstoffmoleküls abspielt, ist noch sehr

zweifelhaft. Ihre zuverlässige Beantwortung würde die Verwendung schwerstsiedender Brennstoffe außerordentlich fördern, auf die die Dieselmaschine auf dem Weltmarkte und vor allem in Deutschland in steigendem Maße angewiesen erscheint.

2. Der Aufbau der Dieselmaschine wird durch Anwendung des Zweitaktverfahrens wesentlich vereinfacht und verbilligt. Das Zweitaktverfahren stößt jedoch bei höheren Drehzahlen auf erhebliche Schwierigkeiten, da die hohe Drehzahl die Vollständigkeit des Spülvorganges beeinträchtigt. Aus diesem Grunde erscheint es dringend geboten, die bisher entwickelten Spülverfahren auf ihre Wirkungsweise eingehend zu untersuchen, um aus der gewonnenen Erkenntnis den Weg herleiten zu können, auf dem höhere Drehzahlen erreicht werden können.

3. Die vollständige, rauchfreie und hinreichend rasch verlaufende Verbrennung des in den Dieselmaschinenzylinder eingespritzten Brennstoffes bedingt dessen feinste Aufteilung in einen aus kleinsten Tröpfchen bestehenden Brennstoffnebel. Für diese Zerstäubung sind im Laufe der Entwicklung der Dieselmaschine die verschiedensten Einrichtungen angewandt worden. Heute ist es kaum möglich, die Brauchbarkeit einer derartigen Einrichtung anders als durch den praktischen Versuch zu erproben, bei dem zufällige Begleiterscheinungen die Sicherheit des Urteils bedenklich gefährden können. Es liegt daher ein großes Interesse vor, den Grad der Zerstäubung, den eine solche Einrichtung liefert, bestimmen und zahlenmäßig ausdrücken zu können. Verschieden hierfür angewandte Methoden sind noch zu mangelhaft, als daß sie als ein Weg zur Lösung der gestellten Aufgabe anzusehen wären.

C. Mechanische Probleme, die allen Maschinengattungen gemeinsam sind

Einige grundlegende Maschinenelemente, die von jeher im Maschinenbau angewandt worden sind, geben in neuerer Zeit infolge der gesteigerten Ansprüche die Veranlassung zur kritischen Verfolgung ihrer Arbeitsweise.

1. Die Liderung zwischen Zylinderbüchse und Kolben ist dem Kolbenring zugeschrieben. Es wäre außerordentlich verdienstvoll und von ungeheurem Vorteil für die Sicherheit im Entwurfe neuer

Maschinen, wenn die durch den Kolbenring gebotene Liderung in ihrer inneren Gesetzlichkeit durch planmäßige Versuche erkannt würde.

2. Von ähnlich großem Werte wäre die Untersuchung der Lagerreibung in Abhängigkeit von der Gestaltung der Lager und von der Art der Schmierung. Es handelt sich hier um eine Aufgabe, deren Bedeutung schon früher erkannt wurde und an der bereits namhafte Forscher, wie Lasche und Gümbel, gearbeitet haben, ohne sie ganz zu erschöpfen. An ihre Arbeit müßten sich die weiteren Untersuchungen anschließen, die für das Traglager z. B. das Verhältnis von Länge zu Durchmesser des Lagerzapfens zum Gegenstand haben und sich auch mit dem Einfluß ungleichmäßiger Lagerbelastung befassen müßten.

Alle vorstehenden Aufgaben stellen eine Auslese besonders wichtiger Probleme dar, die dem Wärmekraftmaschinenbau entnommen sind, bei dem sich die Gesetze der Mechanik mit denen der Wärmelehre und der physikalischen Chemie am innigsten begegnen. Aus diesem Grunde sind an der Wärmekraftmaschine von jeher die grundlegenden maschinentechnischen Erfahrungen gesammelt worden, weil diese durch ihre mannigfaltigen Beziehungen zu den einzelnen Zweigen der Naturwissenschaften dem wissenschaftlich arbeitenden Ingenieur den größten Anreiz bot. Es ist anzunehmen, daß auch in der Zukunft dem Wärmekraftmaschinenbau eine solche Schrittmacherrolle für den gesamten Maschinenbau erhalten bleibt, so daß die Erfolge, zu denen die Notgemeinschaft durch die Förderung der obengenannten Aufgaben die Hand böte, einer breiten Schicht unseres gesamten industriellen Schaffens zugute kommen würden.

5. Denkschrift über Elektrotechnik

Die Entwicklung der technischen Anwendungen der Elektrizität in den letzten Jahren läßt sich in drei große Gebiete gliedern:

A. Die Entstehung der Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen größten Maßstabes, mit hohen Übertragungsspannungen und weiten Übertragungsentfernungen.

B. Die gewaltige Steigerung der Übertragungsentfernungen und Übertragungsgeschwindigkeiten der Telegraphie und Telephonie mit und ohne Draht durch Einführung der Glühkathodenröhre und durch Verwendung kurzer elektrischer Wellen, die darauf fußende Entwicklung der drahtlosen Tele-

15/07

phonie (Rundfunk), der Sprachübertragung mittels hochfrequenter Ströme längs Fernsprechleitungen und Hochspannungsleitungen, der Mehrfachtelephonie und -telegraphie, der Ortsbestimmung mit elektrischen Wellen (Funkpeilung) und der Übertragung von Bildern, deren letztes Ziel das elektrische Fernsehen ist.

C. Die Verwendung der Elektrizität für spezielle Verbrauchszwecke in großem Umfange, wie z. B. die Röntgentechnik, die Beleuchtungstechnik, die elektrische Gasreinigung, die Gleichrichtung und die damit in Zusammenhang stehende Erzeugung von Elektrizität in spezieller Form, wie hochgespannter Gleichstrom, hochgespannte hochperiodige Hochfrequenz, Stoßspannungen usw.

Alle drei Gebiete haben in den letzten Jahren eine sprungartige Entwicklung von sehr großem Ausmaß erfahren, die begleitet war einesteils von einer entsprechend großen Steigerung der Anforderungen an die physikalischen Eigenschaften der verwendeten Materialien und anderenteils eine Reihe neu entdeckter Tatsachen in den Dienst der Technik stellte, die eben jene großen Fortschritte ermöglichten.

Sehr bald zeigte sich indessen, daß die Sicherung des Erreichten und der weitere Fortschritt ganz wesentlich von einer viel eingehenderen Kenntnis der elektrischen Eigenschaften der Materie und der neu verwendeten Naturvorgänge abhing.

In den Zeiten plötzlicher großer Entwicklungen hat die Technik zunächst nicht die Möglichkeit und die Zeit, auf die exakte wissenschaftliche Erforschung der neuen Ideen zu warten, sondern muß sich behilfsmäßig mit den einfachsten Mitteln den Weg zu dem angestrebten Erfolg bahnen. Dies geht bis zu einer gewissen Stufe der Entwicklung, wo sich zeigt, daß die Sicherheit des Betriebes und die Möglichkeit weiteren Fortschrittes von der exakten Kenntnis der Grundgesetze unbedingt abhängig ist.

Als in dieser Lage befindlich ist der Zustand der heutigen Elektrotechnik zu bezeichnen. Es liegen eine große Menge neuer Ideen und Möglichkeiten vor, die zum Teil auf dem beruhen, was in den letzten Jahren erreicht wurde; aber die Ausführung dieser Ideen und der sichere Betrieb des bisher Erreichten ist nur möglich, wenn unsere Kenntnis eines großen Teiles der grundlegenden Vorgänge gegen

unser heutiges Wissen ganz erheblich vertieft und erweitert wird. Die wichtigsten vorliegenden Probleme sollen entsprechend den drei Abschnitten im folgenden kurz skizziert werden, wobei natürlich viele Fragen allen Gebieten gemeinsam sind.

Vorausgeschickt sei noch eine Gliederung der drei Abschnitte in einzelne Hauptaufgabengebiete, wie sie sich in einer Besprechung der für das Gebiet der Elektrotechnik besonders gebildeten Kommission ergaben:

A. Krafterzeugungs- und Verteilungsanlagen mit hohen Übertragungsspannungen und weiten Übertragungsentfernungen:

1. Isolierstoff-Forschung im allgemeinsten Sinne.
2. Überspannung, Wanderwellen, Oszillographen.
3. Elektrische Vorgänge in der Atmosphäre.
4. Maschinenprobleme.
5. Der eisenhaltige Schwingungskreis.

B. Nachrichtentechnik:

6. Kurze Wellen.
7. Bewertung von Funkempfängern.
8. Technische Akustik.
9. Die Steuerung.

C. Spezialfragen:

10. Leuchtkörper.
11. Elektrische Gasreinigung.
12. Gleichrichter.
13. Röntgentechnik.
14. Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Organismus.
15. Herstellung und Untersuchung starker elektrischer Felder.
16. Gasentladung.
17. Erzeugung und Untersuchung von Spannungen mit besonderem zeitlichen Verlauf.
18. Fernsprechtechnische Untersuchungen.

A. Die bei der Großkraftübertragung zur Zeit brennendste Frage ist die nach der Natur der auftretenden abnormen Spannungen und Ströme, die bei Kurzschlüssen, Erdschlüssen, Schaltvorgängen und

elektrischen Entladungen der Atmosphäre entstehen und die Frage nach den Eigenschaften der verwendeten Isoliermaterialien, nach ihrer Haltbarkeit und dem Mechanismus, der ihre Zerstörung verursacht. Gerade die hochfrequenten vorübergehenden Erscheinungen sind bisher fast nur theoretisch rechnerisch verfolgt worden, und die experimentelle Forschung hat auf diesem schwierigen Gebiet noch sehr viel nachzuholen, um die theoretischen Überlegungen an der Erfahrung zu prüfen, damit die Schaltung der Maschinen, der Netze und der Schutzapparate so erfolgen kann, daß Betriebsunterbrechungen, die bei den großen Versorgungsgebieten von katastrophaler Wirkung sind, mit Sicherheit vermieden werden können. Hochspannungs- und Hochfrequenzforschung müssen hier zusammen wirken. Die nötigen exakten Meßapparate und Meßmethoden sind größtenteils noch zu entwickeln. In dieses Gebiet gehört auch die Untersuchung des Hochspannungslichtbogens, der z. B. bei Erdschlüssen die wichtigste Rolle spielt, aber auch sonst in der Technik nützliche Anwendung findet. Besonders die Frage der atmosphärischen elektrischen Einwirkungen auf unsere Verteilungsnetze ist zur Zeit äußerst brennend, weil ein großer Teil aller Störungen durch sie hervorgerufen wird und die Grundlagen unserer Kenntnis noch sehr lückenhaft sind. Versuche und Messungen an Entladungen in großen Dimensionen und in der Natur über Frequenz, Spannungen, Ströme, Feldstärken usw. sind nötig.

Die Frage nach der Natur der Isoliermaterialien steht mit der Frage der elektrischen Beanspruchung bzw. Überanspruchung in engstem Zusammenhang. Sie ist insofern von ganz besonderer Bedeutung, als die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsverteilung davon in einschneidender Weise beeinflußt wird. Eine systematische einwandfreie Untersuchung, Prüfung und Klassifizierung der Isoliermaterialien fehlt noch fast vollständig. Die Natur der Stromleitung im Dielektrikum, die Art und Weise, wie der elektrische Durchschlag erfolgt, ist heftig umstritten, und im Grunde genommen wissen wir auch auf diesem Gebiete über das Empirische hinausgehend noch fast nichts Sicheres. Es sind auch hier zahlreiche Theorien da, aber ohne genügende einwandfreie experimentelle Unterlage. Eine Steigerung der Durchschlagsfestigkeit namentlich bei höheren Temperaturen hätte ganz unübersehbare Wirkungen auf Dimensionierung und Preisgestaltung unserer Maschinen und Apparate. Der Zusammenhang der verschiedenen elektrischen Konstanten der Materie, wie Leitfähigkeit und Verlustwinkel, mit der Durchschlagsfestigkeit ist im wesent-

lichen noch ungeklärt. Analog fehlen vollkommen systematische Untersuchungen über chemische und physikalische Konstitution und Durchschlagseigenschaften, die für eine systematische Verbesserung des Materials unumgänglich nötig sind. Das Durchschlagsproblem ist ein sehr kompliziertes und verlangt die Verwendung der modernsten und vielseitigsten Hilfsmittel. Es muß bei den verschiedenartigsten Spannungen, Temperaturen, Drucken gemessen werden, und systematisch verschieden zusammengesetzte Körper (kristallinische, amorphe usw.) müssen untersucht werden, um Licht in dieses Gebiet zu bringen. Von der Lösung der elektrischen Festigkeitsfrage hängt die Entwicklung des weiteren Ausbaues der elektrischen Energieübertragung ab.

Außer diesen beiden großen Gebieten ist als drittes noch das der Untersuchungen an den Maschinen und Transformatoren selbst zu bezeichnen. Das Problem der Spannungsregulierung der großen Netze, des Parallelarbeitens, der Verteilung der Belastungen, der Wärmeabführung hat eine Reihe von Spezialproblemen aufgeworfen, wie z. B. Untersuchungen von Verlusten, der Streuung, der Schaltvorgänge in den Maschinen und Transformatoren, die sich auf die Konstruktion und den Bau der Maschinen beziehen und deren Lösung auch von eingehender experimenteller Untersuchung abhängig ist.

Eine vierte Gruppe hierhergehöriger Probleme ist der Selektivschutz unserer Netze gegen Kurzschlußwirkungen. Es handelt sich hier um die Entwicklung von Relais in solchen Schaltungen, daß bei einem Kurzschluß an einer beliebigen Stelle eines Netzes diese abgeschaltet wird, ohne daß der Betrieb anderer Teile gestört wird.

B. Die Nachrichtentechnik hat sich in den letzten Jahren durch die Verwendung der Glühkathodenröhre als Schwingungserzeuger, Verstärker und Gleichrichter in ungeahnter Weise entwickelt. Die Übertragung von Nachrichten und Musik an weiteste Kreise hat sie auch zu einem wirtschaftlichen Faktor ersten Ranges gemacht. Die Anforderungen an die Vollkommenheit der Apparate, z. B. Konstanz der Frequenz, der Spannung usw., haben sich sehr gesteigert und erfordern spezielle Erzeugungs-, Regulier- und Meßmethoden. Die zur Zeit wichtigste Frage ist die nach der Erzeugung und Verwendung immer kürzerer Wellen, höherer Frequenz und genügender Energie bei gutem Wirkungsgrade. Da die Hochfrequenz auch für viele Fragen der Gebiete A und C von beherrschender Bedeutung ist, sind auch diese an der Erforschung und Klärung dieser Frage sehr interessiert. Die zweite ebenso wichtige Frage ist die des Empfangs

bzw. der Art und Weise, wie die elektrischen Wellen sich vom Sender zum Empfänger fortpflanzen. Gerade die Fortpflanzung der kürzeren Wellen hat neue, höchst überraschende Resultate größter Tragweite ergeben, deren Grundlagen aber auch noch sehr im Dunkeln liegen. Die Verwendung der Hochfrequenz längs Starkstromleitungen und auf Telegraphen- und Fernsprechleitungen hat wichtige Fragen der Kopplung bei Hochspannung, der Resonanzen mit anderen Leitungen, der Störungen, der Empfindlichkeit gegen Erdschlüsse usw. aufgeworfen.

Der Rundfunk mit seinen sehr hohen Anforderungen an formgetreue Übermittlung der akustischen Schwingungen hat im Verstärkerbau, in der Modulierung, der Selektivität, der Untersuchung von Mikrophonen, Telephonen und Lautsprechern, in der Untersuchung der elektrisch-akustischen Phänomene ganz neue schwierige Probleme ergeben, die auch für die Elektromedizin Bedeutung haben. Es sei hier auch die alte, aber ungelöste Frage der Vorausbestimmung der Akustik von Räumen erwähnt.

Die Hochfrequenztechnik befindet sich zur Zeit infolge eben jener Ausdehnung in einem Entwicklungsstadium, wo ihre Apparate in Massenfertigung nach denselben Grundsätzen hergestellt werden wie im Elektromaschinenbau und der Meßinstrumentenherstellung. Die Apparate müssen handlich, einfach und auch von Nichtfachleuten zu bedienen sein. Die Verwendung des Eisens z. B. als Baustoff und infolge seiner magnetischen Eigenschaften zur Frequenzvervielfachung und Regulierung, die Ausnutzung elektrischer Maschinen der Niederfrequenztechnik für hochfrequente Zwecke haben neue Möglichkeiten und Aufgaben erschlossen, deren Grundlagen auch noch experimenteller Forschung bedürfen, wie auch z. B. das Regulierproblem und die Modulierung. Die Erzeugung hochgespannter Hochfrequenz ist eine Frage, die für Zwecke der Hochspannungstechnik von großer Wichtigkeit ist.

C. Die Fragen des Abschnittes C sind meist spezieller Natur. In der Beleuchtungstechnik ist es z. B. besonders die Untersuchung und Entwicklung der Glimmentladungen zur Erzeugung von Leuchtkörpern hohen Wirkungsgrades, die in letzter Linie in der Suche nach dem kalten Leuchtkörper gipfeln, der möglichst alle Energie in Form von sichtbarem Licht abgibt und nicht zum größten Teil in Wärme. Die Fragen nach der Lichtverteilung, der Durchlässigkeit, der Reflexion der Hüllkörper usw. sind in den letzten Jahren stark gefördert worden.

In der Röntgentechnik ist es die Frage wirtschaftlicher Erzeugung hoher Gleichspannungsleistungen z. B. mit asymmetrischen Wechselspannungen, genügender Konstanz, die auch in den Gebieten B und C nötig ist.

Die wissenschaftlichen Grundlagen der elektrischen Gasreinigung durch elektrische Entladungen sind noch sehr wenig geklärt, trotzdem die elektrische Gasreinigung in immer weiterem Umfang sich einzuführen beginnt. Es hängt diese Frage aufs engste zusammen mit jener nach den chemischen Wirkungen hochgespannter Entladungen (z. B. Ozonröhren, N_2-Darstellung), einem Gebiet, das nach orientierenden Versuchen noch ganz überraschende Erfolge verspricht. Es handelt sich hier um Untersuchungen der elektrischen Strömungsvorgänge in Gasen und die Wirkungen auf die Materie bei sehr verschiedenen Temperaturen und Drucken. Es liegt viel empirisches Material vor, aber keine wissenschaftliche systematische Erkenntnis.

Auch die Fragen der Gleichrichtung von Wechselstrom mit Hg-Gleichrichtern erfordern noch eingehende Experimentalarbeit, ebenso die Entwicklung des leistungsfähigen Glühkathodengleichrichters für Zwecke der Starkstromtechnik.

Die Einführung der Gasentladungsstrecken und Glühkathodenröhren in großem Umfang in die Starkstromtechnik für Relaiszwecke, zur Regulierung, Steuerung und eventuell auch zur Krafterzeugung und Übertragung liegt sozusagen in der Luft. Betriebssicherheit, einfaches Funktionieren werden diese Entwicklung begünstigen, vorausgesetzt, daß wir technisch und wissenschaftlich die Vorgänge genau kennen, daß vollkommene Beherrschung der Apparate gesichert ist.

Es wurde versucht, im vorhergehenden einen ganz kurzen Überblick über das zu geben, was an bedeutenden Fragen zur Zeit vorliegt. Die sehr rasche Entwicklung der letzten Jahre wird nur dann so weitergehen können, wenn die wissenschaftliche Erforschung der Phänomene mit den rapid steigenden technischen Bedürfnissen Schritt hält. Die Notgemeinschaft wird sich allerdings hier nur die Durchführung grundlegender Forschungen zum Ziele setzen können, die über den Rahmen der Industrie und ihrer wissenschaftlichen Betriebe hinausgehen. Überall bleibt Sichtung und Beschränkung auf das Erreichbare die Hauptsache. Zunächst werden die wichtigsten, für die Erkenntnis der theoretischen Grundlagen bedeutungsvollsten einzelnen Sonderaufgaben auszuwählen sein, deren Bearbeitung im Zusammenwirken

der hierfür geeignetsten Forscher möglich erscheint. So sind vorerst Arbeiten ins Auge gefaßt worden über die Stromleitung im Dielektrikum, über die Art und Weise, wie der elektrische Durchschlag erfolgt, über den Zusammenhang der elektrischen Konstanten der Materie mit der Durchschlagsfestigkeit. Ferner sollen Untersuchungen über Methoden und Apparate gefördert werden, die es gestatten, uns Einblicke in das Wesen hochfrequenter Entladungen (Wanderwellen, Schaltvorgänge) zu gewähren. Besonders grundlegende wissenschaftliche Fragen, die sich an die Erzeugung und Untersuchung von Spannungen mit besonderem zeitlichen Verlauf knüpfen, sind ebenfalls zur Bearbeitung ausgewählt worden. Einzeluntersuchungen aus dem Gebiet der Erzeugung und Verwendung kürzester Wellen höherer Frequenz und genügender Energie bei gutem Wirkungsgrade sind bereits in Angriff genommen worden. Weiter handelt es sich um die Fortführung von Arbeiten, die sich mit der Ausbreitung elektrischer Wellen und dem störenden Einfluß der Atmosphäre beschäftigen. Elektrisch-akustische Phänomene, die besonders auch für die Elektromedizin Bedeutung haben, gehören ebenfalls zu den vorzugsweise zu behandelnden Aufgaben. Insbesondere ist auch in Erwägung gezogen, den raumakustischen Fragen, über welche noch die einfachsten wissenschaftlichen Grundlagen fehlen, in diesem Zusammenhang ein besonderes Interesse zuzuwenden.

6. Denkschrift über Strömungsforschung

An den Ergebnissen des genannten Forschungszweigs sind vorzugsweise interessiert der Wasserbau und Schiffbau, der Turbinen-, Pumpen- und Gebläsebau und neuerdings vor allem die Luftfahrt. Von diesem neuen Gebiet sind, wie hier betont werden muß, die Impulse ausgegangen, die zur Entwicklung der modernen Strömungslehre geführt haben, und es hat diese neue Entwicklung dann auch auf die Probleme der älteren Anwendungszweige zurückgewirkt, so daß auch hier eine Neuorientierung einsetzt, durch die die früheren Anschauungen ganz wesentlich ergänzt werden. Was z. B. den Turbinenbau betrifft, so hatte man von alters her Berechnungen über die Schaufelwinkel und Querschnitte angestellt, aber auf Grund von sehr vereinfachenden Annahmen; man betrachtete einen einzelnen Wasserfaden und nahm dessen Verhältnisse als gültig für die ganze Flüssigkeit an. Durch die von der flugtechnischen Aero-

dynamik herrührenden Vorstellungen ist man aber jetzt dazu übergegangen, die Strömung um eine Turbinenschaufel herum als Ganzes aufzufassen, und hat dadurch nicht nur wesentlich bessere Übereinstimmung zwischen der Rechnung und dem Versuch erzielt, sondern es haben die neuen Anschauungen zu ganz neuen Turbinenformen geführt, die man früher nicht für möglich gehalten hätte. Dies nur als Beispiel. Im Windmühlenbau hat eine ähnliche Befruchtung stattgefunden. Durch das gesteigerte Interesse an den Strömungsvorgängen sind auch ganz andere Probleme, wie z. B. das des Reibungswiderstandes einer strömenden Flüssigkeit an glatten und rauhen Wänden, erfolgreich in Angriff genommen worden, und es besteht dadurch jetzt die Aussicht, daß die Frage nach dem Gefällsverlust in einem Flußbett oder einem Kanal, das die Wasserbauer von alters her stark beschäftigt hat, einer systematischen Lösung zugeführt wird. Im übrigen werden viele Fragen der Strömungslehre, wenn ihre Lösung gelingt, auch auf die Entwicklung anderer Wissenschaften günstig zurückwirken. Es sei hier nur die Meteorologie erwähnt, zu deren Aufgaben die Erforschung der Windströmungen gehört, deren Gesetze mit den allgemeinen Strömungsgesetzen in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

Im folgenden sei nun zuerst ein Überblick über die allgemeinen Probleme der Strömungsforschung gegeben, und dann seien die Stellen in Deutschland namhaft gemacht, wo durch vorhandene Laboratorien usw. die Vorbedingungen für die Bearbeitung von Aufgaben der Strömungsforschung vorliegen. Schließlich sollen die zur Zeit besonders dringlichen Forschungsaufgaben aufgezählt werden, um damit eine Vorstellung davon zu geben, welcher Art die an die Notgemeinschaft herantretenden Anforderungen aus diesem Gebiet sein werden.

Wenn ein Überblick über die Probleme der Strömungsforschung gegeben werden soll, so ist es zweckmäßig, einige Bemerkungen über die flüssigen Medien vorauszuschicken. Es handelt sich in den technischen Anwendungen meist um Wasser und Luft, gegebenenfalls auch andere Gase, auch Wasserdampf (in den Dampfturbinen). Daneben kommen noch andere Flüssigkeiten, wie z. B. Maschinenöle, in Betracht (letztere einerseits als Kraftübertragungsmittel, andererseits aber, vor allem als Mittel zur Schmierung der Maschinenlager und Gleitflächen). Es ist nun wichtig zu bemerken, daß die Strömungsgesetze

für Wasser und Luft durchaus nicht so verschieden sind, wie das zunächst angesichts ihrer sehr stark verschiedenen physikalischen Eigenschaften erwartet werden möchte. Die Luft ist zwar zusammendrückbar, aber es gehören beträchtliche Kräfte dazu, sie wirklich zusammenzudrücken, und bei mäßigen Geschwindigkeiten fehlen diese Kräfte; die Luft bewegt sich dann ohne merkliche Volumenänderung ihrer Teile, also genau so wie das Wasser. In der Tat ist zwischen den Strömungsformen der Luft bis zu Geschwindigkeiten von etwa 100 m/sek praktisch kein Unterschied gegenüber den Strömungsformen des Wassers unter gleichen Bedingungen. Die Zusammendrückbarkeit der Luft tritt allerdings in sehr merklichem Grade hervor, wenn die Bewegungsgeschwindigkeiten mit der Schallgeschwindigkeit der Luft vergleichbar werden. Überschreitet die Bewegungsgeschwindigkeit die Schallgeschwindigkeit, so tritt sogar ein solcher Wechsel in der Strömungsform auf, daß alle Ähnlichkeit mit den Strömungsformen volumbeständiger Flüssigkeiten verloren geht. Diese Strömungen einer zusammendrückbaren Flüssigkeit bilden daher ein Forschungsgebiet für sich. Ein anderes Sondergebiet, das bei den Bewegungen des Wassers in Betracht kommt, bilden die Strömungen mit freier Oberfläche (freie Flüssigkeitsstrahlen, Überfall über ein Wehr, Wellen und dergleichen). Eine weitere Besonderheit der Wasserströmungen ergibt sich durch die Möglichkeit der Hohlraumbildung (Kavitation), die auftritt, wenn der Druck des Wassers so weit sinkt, daß Luftausscheidung und Dampfblasenbildung eintritt. Das Wasser zerreißt dann sozusagen und schließt sich, sobald der Druck wieder steigt, häufig mit heftigem Anprall wieder zusammen. Derartige Zerreißungen müssen bei Turbinen, Schiffsschrauben usw. sorgfältig vermieden werden, da sie nicht nur die geordnete Strömung vernichten, sondern auch starke Zerstörungen am Material verursachen können.

Um von den Einzelfragen, die bei der wissenschaftlichen Behandlung von Strömungsaufgaben aufzutreten pflegen, ein Bild zu geben, mögen die Verhältnisse, wie sie beim Strömen durch eine gerade Röhre auftreten, etwas genauer besprochen werden. Die an diesem Beispiel zu entwickelnden Begriffe spielen auch bei den sonstigen Strömungsvorgängen eine wichtige Rolle, so daß es sich verlohnt, sich mit ihnen etwas näher zu beschäftigen. Die Strömung durch eine Röhre kann durch einen Druckunterschied zwischen Anfang und Ende der Röhre dauernd in Gang gehalten werden. Der Druckunterschied dient dabei zur Überwindung der Reibung der Flüssigkeit

in der Röhre. Man beobachtet dabei zwei Bewegungsarten (und dementsprechend auch zwei Reibungsgesetze). Die eine Bewegungsart, die man „laminare Bewegung“ nennt, besteht in einem geordneten gradlinigen Fließen, wobei die mittleren Partien den übrigen Flüssigkeitsschichten voreilen und die Teilchen unmittelbar an der Wand an dieser haften bleiben. Diese Art des Fließens ist einerseits in sehr engen Röhren, andererseits bei sehr kleinen Geschwindigkeiten oder sehr zähen Flüssigkeiten zu beobachten. Neben dieser Bewegungsart gibt es jedoch eine andere, die technisch viel wichtiger ist, bei der die Flüssigkeit unter andauernden Mischbewegungen durch die Röhre strömt. Die einzelnen Flüssigkeitsteilchen bewegen sich hier nicht geradlinig, sondern in vielfach verschlungenen Bahnen. Man nennt diese Bewegung „turbulente Bewegung“. Sie tritt in weiten Röhren bei nicht zu kleiner Geschwindigkeit und nicht zu großer Zähigkeit regelmäßig auf und zeichnet sich durch einen wesentlich größeren Strömungswiderstand aus, als es der laminaren Bewegung entspräche. Die Geschwindigkeit ist im Röhreninnern mehr gleichmäßig verteilt und auch sehr nahe an der Wand noch ziemlich groß. Die unmittelbar an der Wand anliegenden Flüssigkeitsteilchen haften auch hier an ihr. Dem großen Geschwindigkeitsgefälle an der Wand entspricht, wie bereits erwähnt, ein vergrößerter Reibungswiderstand. Die laminare Bewegung ist dem Prinzip nach sehr befriedigend aufgeklärt, doch bestehen bei verwickelteren Aufgaben noch rechnerische Schwierigkeiten. Hierher gehören unter anderem die „Anlaufvorgänge“, d. h. die Vorgänge beim Ingangsetzen der Bewegung und die am Röhreneinlauf, wo die Reibung von der Wand her zu wirken beginnt und erst allmählich das bei der andauernden („stationären“) Bewegung beobachtete Geschwindigkeitsprofil erzeugt. Was die turbulente Bewegung betrifft, so haben die bisherigen Forschungen zwar schon gewisse wertvolle Einsichten gezeitigt, aber noch lange nicht alles befriedigend aufklären können. Es sind zwei Hauptgruppen von Fragestellungen vorhanden: die eine befaßt sich mit der Entstehung der Turbulenz aus der laminaren Anlaufsbewegung, die andere mit den Dauerzuständen, die sich nach voller Ausbildung der Turbulenz einstellen. Es gilt hier, einerseits die Gesetze für die mittleren Geschwindigkeiten und für die mittleren Kräfte der Bewegung aufzustellen, andererseits interessieren auch die Gesetzmäßigkeiten der Mischbewegungen selbst. Dabei ist der Einfluß von glatten und rauhen Wänden zu studieren. Die Anlaufvorgänge sowie die Vor-

gänge bei Beschleunigung und Verzögerung der Bewegung, wie sie z. B. in allmählich verengten und erweiterten Kanälen auftreten, sind ebenfalls von Wichtigkeit, besonders wegen des Zusammenhanges mit anders gearteten Strömungsvorgängen. Der Praktiker des Wasserbaues interessiert sich noch für einen besonders verwickelten Fall, der bei den natürlichen Flußbetten vorliegt, daß nämlich der Boden des Flußbettes aus losem Geröll oder Geschiebe besteht, das von der Strömung teilweise mit fortgerissen wird, so daß die Wasserströmung selbst sich die Form des Gerinnes bestimmt.

Bei der Umströmung von Körpern tritt ein anderer Begriff in den Vordergrund, die sogenannte „Grenzschicht". Hier ist sozusagen die ganze Strömung im Anlaufzustand, und die Flüssigkeitsreibung wirkt nur in einer dünnen Schicht von der Oberfläche der bewegten festen Körper aus. Das Verständnis der hier auftretenden Vorgänge ist erst durch das Studium der Bewegungszustände in den Grenzschichten möglich geworden. Es zeigte sich, daß sich aus der Grenzschicht heraus die Wirbel entwickeln, die für diese Art Strömungsvorgänge charakteristisch sind. Dabei hat sich herausgestellt, daß diese Grenzschicht selbst wieder laminar oder turbulent sein kann, und daß die Ausbildung der Wirbel, mit denen der Bewegungswiderstand des Körpers unmittelbar zusammenhängt, ganz verschieden ausfällt, je nachdem die Grenzschicht laminar oder turbulent strömt. Bei den großen Objekten, wie sie in der Luftfahrt und Flugtechnik meist auftreten, hat man es regelmäßig mit turbulenten Grenzschichten zu tun, und es mag bemerkt werden, daß die weitgehende Vermeidung von schädlichen Wirbeln, die durch günstige Gestaltung des Luftschiffkörpers oder Flugzeugflügels erreicht werden können, nur bei turbulenten Grenzschichten in dieser Weise möglich ist. Es gelingt in solchen Fällen, den Widerstand auf den unvermeidlichen Reibungswiderstand, wie er auch bei einer längs in ihrer Ebene bewegten dünnen Platte auftritt, zu reduzieren. Durch Verhinderung der Bildung von Grenzschichten sowie durch künstliches Entfernen der Grenzschichten (durch Wegsaugen) usw. läßt sich die Wirbelbildung in solchen Fällen, wo sie sonst auftreten würde, praktisch völlig unterdrücken.

Im folgenden mag nun eine Aufzählung der Hauptfragestellungen der Strömungsforschung folgen, bei der gelegentlich noch erläuternde Bemerkungen zugefügt werden sollen. Wir wollen unterscheiden:

A. Strömungen ohne merkbare Volumenänderungen und ohne freie Oberflächen (gleich für Wasser und Luft)

1. Strömung durch Röhren und geschlossene Kanäle.
   a) Vorgänge in geraden Röhren, von sehr kleinen bis zu den größten Abmessungen, ausgebildete Strömung und Anlauf- und Auslaufvorgänge.
   b) Kanäle von nicht kreisförmigen, aber gleichbleibendem Querschnitt.
   c) Allmählich erweiterte und verengte Kanäle.
   d) Plötzliche Erweiterungen und Verengungen; Meßdüsen zur Bestimmung von Durchflußmengen.
   e) Gekrümmte Kanäle mit oder ohne Querschnittsänderung (Krümmer, Turbinensaugröhren usw.).
   f) Verzweigte Kanäle.
   g) Ventile, Schieber, Hähne.
   (Überall sowohl Erforschung der Strömungsformen wie der Strömungswiderstände.)
2. Umströmte Körper (die Vorgänge laufen in gleicher Weise ab, wenn sich der Körper in ruhender Flüssigkeit geradlinig bewegt, oder wenn die Flüssigkeit gleichförmig gegen den festgehaltenen Körper strömt. Bei den Wasserversuchen, wie sie in den Schiffbau-Versuchsanstalten vorgenommen werden, werden die Versuchskörper regelmäßig durch das ruhende Wasser geschleppt, bei den Luftversuchen, wie sie in den aerodynamischen Versuchsanstalten erfolgen, werden die ruhenden Körper mit einem Luftstrom angeblasen. In beiden Fällen ergibt sich die verschiedene Methode aus Zweckmäßigkeitsgründen).
   a) Reibungswiderstände von Platten. Die Vorgänge sind verwandt mit den Anlaufvorgängen bei der Röhrenströmung und sind auch bereits erfolgreich mit diesen in Beziehung gesetzt worden. Sie sind technisch wichtig wegen der Frage der Schiffswiderstände und noch nicht in jeder Hinsicht geklärt.
   b) Widerstände von Körpern. Quergestellte Platten, Kugeln, Zylinder usw. Für die Praxis sind die Körper kleinsten Widerstandes, wie sie in der Luftschiffahrt und Flugtechnik

verwendet werden, von besonderer Wichtigkeit. Soweit ein über den Reibungswiderstand hinausgehender Widerstand vorhanden ist, steht dieser in unmittelbarem Zusammenhang mit Wirbeln, die sich hinter dem Körper ausbilden. Die Entstehung dieser Wirbel läßt sich durch das Studium der reibenden Grenzschicht verständlich machen, aber noch nicht in allen Phasen verfolgen. Weitere Studien sind hier nötig.

c) Auftrieb und Widerstand von Tragflächen. Soweit es sich um Zustände kleinen Widerstandes handelt, ist die Theorie in befriedigender Weise entwickelt worden, doch müssen Einzelfälle noch studiert werden. Es fehlt jedoch ein genaueres Studium und eine theoretische Aufklärung darüber, bis zu welchen Grenzen die Zustände kleinen Widerstandes tatsächlich eintreten. (Bei Überschreitung der erwähnten Grenzen, die bei jedem Tragflügel durch zu steile Einstellung eintreten, ergeben sich verlustbringende Zustände mit Ausbildung großer Wirbel, die in der Praxis vermieden werden müssen.) Hier wird die Grenzschichtforschung die Antwort erst noch liefern müssen.

d) Meßgeräte zur Geschwindigkeits- und Druckmessung in strömenden Flüssigkeiten: Hydrometrische Flügel, Anemometer, Pitot-Röhren, Drucksonden. Das Verhalten dieser Geräte in geradliniger Strömung einer ausgedehnten Flüssigkeit ist hinreichend untersucht worden. Ihr Verhalten in turbulenter Strömung und in der Nähe von Wänden bedarf aber noch sehr der Nachprüfung.

3. Vorgänge bei nichtgleichförmiger Bewegung:

a) Bewegungsbeginn: Das Studium des Bewegungsbeginns ist besonders für das Verständnis der verschiedenen Arten von Wirbelbildung sehr nützlich.

b) Schwingende Bewegung: Diese wird häufig durch die Strömung selbst hervorgerufen und bringt Vergrößerung des Widerstandes mit sich.

c) Rotierende Körper: Bei diesen erzeugen die Zentrifugalkräfte mannigfache Abänderungen der Strömung gegenüber dem Fall der geradlinigen Bewegung. Bei angeströmten rotierenden Körpern ergeben sich sehr beträchtliche Querkräfte (sogenannter Magnuseffekt).

4. Turbinen und Propeller.
   a) Systeme von parallelen Flügeln oder Schaufeln, sogenannte Schaufelgitter (als Übergang von den Tragflügeln zu den Turbinen und Propellern).
   b) Propeller und Windräder.
   c) Schraubengebläse und -pumpen; Propellerturbinen.
   d) Radialturbinen und Zentrifugalpumpen.

5. Ganze Flugzeuge.
   a) Wechselwirkung zwischen Tragflügeln, Rumpf und Schraube.
   b) Beeinflussung des Leitwerkes durch den Abwind des Tragflügels und durch den Schraubenwind (Fragen der Längsstabilität).
   c) Verhalten des Flugzeuges bei kleinen Seitenablenkungen und beim Kurvenflug („Seitenstabilität“).

B. Sonderprobleme

1. Bewegung von Flüssigkeiten mit freier Oberfläche.
   a) Offene Flußläufe und Kanäle (Geschwindigkeitsverteilung und Strömungswiderstand bei glatten und mehr oder minder rauhen Wänden).
   b) Fragen der Schleppkraft; Bewegung der Flußsohle (Riffeln, Sandbänke, Offenhaltung der Fahrrinne durch Einbauten usw.).
   c) Stauvorgänge, Wassersprünge und stehende Wellen in einem Fluß.
   d) Schwallvorgänge; Hochwasserfortpflanzung u. dgl.
   e) Ausflüsse aus Behältern, freie Wasserstrahlen, Überfälle.
   f) Meereswellen.
   g) Schiffswellen, Schiffswiderstand.
   h) Schwingungen von Wasserbecken und von offenen Röhrenleitungen.

2. Hohlraumbildung (Kavitation).
   a) In Kanälen mit veränderlichem Querschnitt, Ventilen u. dgl.
   b) Bei Schiffspropellern.

c) Bei Turbinen, Kreiselpumpen usw.

d) Untersuchung der Ursache der bei Strömungen mit Kavitation auftretenden Materialzerstörungen („Korrosion").

3. Bewegung von Luft und anderen Gasen mit beträchtlichen Volumenänderungen.

a) Strömungen mit Geschwindigkeiten, die mit der Schallgeschwindigkeit vergleichbar sind, durch Kanäle konstanten und veränderlichen Querschnitts. (Anwendung hauptsächlich bei Dampfturbinen.)

b) Umströmung von Körpern mit Geschwindigkeiten, die mit der Schallgeschwindigkeit vergleichbar sind. (Anwendungen bei Dampfturbinenschaufeln, Flugzeugpropellern, Artilleriegeschossen.)

c) Schallwellen in Luft. (Akustische Vorgänge.)

4. Wärmekonvektion.

a) Strömungen durch Wärmeunterschiede; Wärmeaustausch dabei. (Unter anderem Wärmeabführung von großen Transformatoren.)

b) Wärmeaustausch in durchströmten Röhren und bei umströmten Körpern. (Unter anderem Studien über Flugzeugkühler und über Wärmeabführung von Dynamomaschinen.)

5. Meteorologische Strömungsvorgänge. (Wesentlich ist hier die Mitwirkung der Erdrotation und Wärme-Zu- und Abfuhr durch Einstrahlung und Ausstrahlung.)

a) Die Bewegung des Windes in Bodennähe als turbulente Strömung längs einer Wand.

b) Wellenbewegungen und Schwingungen in der Atmosphäre.

c) Zyklone und Antizyklone.

d) Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre.

6. Vorgänge in besonders zähen Flüssigkeiten.

a) Hydrodynamische Probleme der Lagerschmierung.

b) Verhalten von dünnen Ölfilms bei großen Flächendrücken. (Abweichungen vom Navier-Stokesschen Reibungsgesetz; Bedingungen für das Zerreißen.)

c) Verhalten von Stoffen, die den Übergang von sehr zähen Flüssigkeiten zu festen Körpern darstellen.

Die Stellen, an denen innerhalb Deutschlands Forschungen der eben gekennzeichneten Art getrieben werden, gliedern sich in folgende Gruppen:

Schiffsmodellschleppanstalten; Flußbaulaboratorien; Turbinenlaboratorien an den technischen Hochschulen; Aerodynamische Anstalten; Hydrodynamische Versuchsanlagen; Meteorologische Forschungsstätten, soweit sie sich mit Strömungsfragen befassen.

Die vorhandenen Forschungsstätten besitzen, soweit sie vollausgebaut sind, die hauptsächlichsten Einrichtungen für die ihnen zufallenden Forschungsarbeiten bereits in ihrer normalen Laboratoriumseinrichtung. Natürlich müssen für neu aufzunehmende Forschungsarbeiten jedesmal noch gewisse Spezialeinrichtungen erst neu geschaffen werden. Es mangelt bei den Laboratorien der technischen Hochschulen vor allem an geeigneten Hilfskräften, da die Assistenten meist so stark mit Unterrichtsverpflichtungen belastet sind, daß sie für Forschungsarbeiten nur in sehr geringem Umfang herangezogen werden können. Da die technischen Hochschulen als normales Abschlußexamen die Diplomprüfung haben, die keine selbständige wissenschaftliche Arbeit verlangt, sind auch nicht in demselben Maße Doktoranden vorhanden wie an den Universitäten. Es wird daher an den Laboratorien der technischen Hochschulen viel Gutes für den raschen Fortgang der Forschungen getan werden können, wenn man Forschungsstipendien in größerem Umfange gewährt, wodurch es tüchtigen jungen Leuten ermöglicht wird, sich nach Abschluß des eigentlichen Studiums noch einige Zeit einer Forschungsarbeit zu widmen (was sonst aus wirtschaftlichen Gründen vielfach ausgeschlossen ist). Neben den Kosten für Versuchseinrichtungen und den Forschungsstipendien werden sich natürlich in einzelnen Fällen noch gewisse Materialkosten ergeben (für photographisches Material u. a. m.).

Im folgenden soll nun noch eine Zusammenstellung der zur Zeit besonders dringlichen Forschungsarbeiten folgen, die natürlich keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen kann.

Das Verzeichnis ist nach den Nummern der früheren Aufzählung von Teilgebieten der Strömungsforschung geordnet.

Mit Rücksicht auf das bereits Gesagte dürfte in den meisten Fällen die Charakterisierung der einzelnen Forschungsarbeiten durch ein paar Stichworte genügen.

Zu A 1: Widerstandsgesetz und Geschwindigkeitsverteilungen in glatten und rauhen Röhren von möglichst großen Abmessungen.
Einzelstudien über Wandrauhigkeit.
Anlaufvorgänge in Röhren.
Einfluß der Turbulenz in der Nähe einer Wand auf die Angaben von hydrometischen Flügeln.
Kontrolle der Geschwindigkeitsmessung in turbulenten Röhrenströmungen mittels Pitotröhren durch unmittelbare Volumenmessung.
Detailstudien über die Eigenschaften der turbulenten Bewegung: Geschwindigkeitsschwankung, Größe der Einzelwirbel usw.
Vorgänge in allmählich erweiterten Kanälen; Strahlablösung dabei.
Vorgänge bei plötzlicher Erweiterung eines Kanals.
Strahlapparate und Diffusoren.
Reibungs- und Wirbelablösungsvorgänge längs gekrümmter Wände.
Verluste in Krümmern mit und ohne Querschnittsänderung.
Studien über die Vorgänge in Röhrenverzweigungen.

Zu A 2: Nachprüfung des Ähnlichkeitsgesetzes beim Reibungswiderstand von Platten; Einfluß des Formates; Kantenwiderstand.
Kräfte und Grenzschicht an Luftschiffkörpern.
Messungen und Rechnungen über die turbulente Grenzschicht.
Wirkung der Grenzschichtabsaugung.
Photographische und kinematographische Aufnahmen der Widerstandsströmungen zur genaueren Analyse der Einzelvorgänge.
Untersuchung der Wirbelschicht hinter dem Flugzeugflügel im fliegenden Flugzeug.
Weitere Studien über Schlitzflügel, besonders über Klappenflügel mit Schlitz vor der Klappe.

Zu A 3: Photographische und kinematographische Festlegung der Vorgänge beim Bewegungsbeginn, besonders der Ausbildung der Wirbel.

Studium der periodischen Wirbelablösungen und der periodischen Schwankungen der Kräfte.

Widerstand schwingender Körper, besonders der frei aufsteigenden Pilotballone.

Zu A 4: Systematische Propellerstudien.

Untersuchung der Geschwindigkeitsverteilung im Schraubenstrahl zur Ermittlung der Schubverteilung.

Untersuchung über Windräder.

Versuche über plötzliche Umlenkung in Schaufelgittern.

Untersuchungen über den Spaltverlust bei Turbinen.

Untersuchung der Strömungsverhältnisse und der Kräfte bei Kreiselrädern (Pumpen und Turbinen) durch Messung und Sichtbarmachung.

Untersuchung der Einzelheiten der Wasserströmung in Francis-Turbinen, u. a. mit dem Glimmlampenstroboskop.

Studien über Turbinensaugröhren.

Studien über Schraubengebläse und Zentrifugalgebläse.

Zu A 5: Zusammenwirkung von Tragflügeln, Rumpf und Schraube, Theorie und Modellversuch.

Erforschung des Schraubenstrahles, besonders in seiner Wirkung auf das Höhen- und Seitenleitwerk.

Abwindmessungen im Fluge zur Ermittlung der Beeinflussung des Höhenleitwerkes durch den Tragflügel.

Untersuchung der Stabilitätseigenschaften von Flugzeugen mit pfeilförmigen und verwundenen Flügeln.

Ermittlung der Seitenstabilitätseigenschaften verschiedener Flugzeugtypen.

Untersuchung des Druckfeldes und des Geschwindigkeitsfeldes in der Nachbarschaft eines Flugzeuges zur Ermittlung des günstigsten Ortes für die Anbringung von Meßinstrumenten.

Zu B 1: (Die wasserbaulichen Strömungsprobleme sind, soweit es sich um eine mehr beschreibende Behandlung des Stoffes handelt, schon ziemlich weitgehend untersucht. Für eine theoretische Behandlung ist vieles noch nicht reif.)

Feststellungen über die Geschwindigkeitsverteilung und über den Gefällsverlust bei technischen Werkkanälen verschiedener Form und Oberflächenbeschaffenheit in der geraden Strecke und in Krümmungen.

Untersuchungen über die beste Form der Energievernichtung in den Leerschüssen großer Kraftwerke und in den Grundablässen von Talsperren.

Beobachtungen über Schallerscheinungen und Schwingungen in Werkkanälen.

Schleppkraftuntersuchungen.

Zu B 2: Untersuchung der Kavitationsvorgänge in allmählich und plötzlich erweiterten Kanälen, Druck- und Geschwindigkeitsverteilung, photographische Festlegung der Strömungsform mit Zeitaufnahme und Funkenbeleuchtung.

Untersuchung der Kavitationserscheinungen an Flügelprofilen und anderen umströmten Körpern.

Erweiterung der bisherigen Versuche über das Verhalten der Francis-Turbinen bei Kavitation auf noch höhere Sauggefälle.

Untersuchung der Ursachen der Korrosion der Turbinen- und Propellerschaufeln durch Kavitation.

Zu B 3: Widerstands- und Auftriebsmessungen an umströmten Körpern, besonders Flügelprofilen bei großen Luftgeschwindigkeiten unter und über der Schallgeschwindigkeit, Anwendung auf schnellaufende Flugzeugpropeller.

Strömung durch Düsen und Schaufelkanäle von Dampfturbinen, Mengenmessung, Geschwindigkeitsverteilung, Sichtbarmachung durch Schlierenbeobachtung.

Dampfströmung durch Krümmer.

Zu B 4: Wärmeabgabe einfacher Körper in einem Flüssigkeitsstrom, Temperaturverteilung in der Grenzschicht.

Wärmeübergang in Röhren unter Berücksichtigung der Vorgänge in der Anlaufstrecke.

Wärmeübergang an längs und quer angeströmten Röhrenbündeln.

Systematische Kühlerversuche.

Kühlleistung verschiedener Kühler im Flug.

Kühlung elektrischer Maschinen und Transformatoren.

Zu B 5: (Über die Strömungsforschungen der Fachmeteorologen wird gesondert berichtet.)
Modellversuche zu meteorologischen Strömungsvorgängen im rotierenden Laboratorium.

Zu B 6: Verhalten der Öle bei gleitender Berührung fester Körper unter hohen Flächenpressungen.
Modellversuche zur Lagerschmierung mit sehr zähem Öl und großer Weite der Längsspalte.

7. Denkschrift über Strömungsforschung in der Atmosphäre

Es ist wohl von selber klar, daß Forschungen über die Windströmungen für die wirtschaftliche Entwicklung von großer Bedeutung sein müssen. Das Luftmeer befindet sich überall an der Erdoberfläche. An allen Orten wird es von Bewegungen erfüllt, die bald von geringer Intensität, bald von großer Heftigkeit alle irdischen Gegenstände umwehen und so für die Menschheit eine Quelle der Energie bilden, die fast überall zur Verfügung steht.

Die Windströmungen sind für die Wissenschaft der Atmosphäre, der Meteorologie bzw. Aerologie bereits seit langer Zeit ein Gegenstand des Studiums. Doch ist gerade die praktische Gewinnung von Energiequellen aus dem Luftmeer in den Untersuchungen der Meteorologie weniger hervorgetreten, als es vielleicht wünschenswert ist. Gerade dieser Umstand soll in diesem Bericht besonders berücksichtigt werden. Die meteorologische Forschung steht in einem gewissen Gegensatz zu der Laboratoriumsforschung, wie sie die Hydraulik, Hydrodynamik in vielen Fällen verwenden kann. Es müssen die wirklichen Verhältnisse im Luftmeer im wesentlichen ohne Modellversuche studiert werden. Allerdings ist die Forschung im Laboratorium für verschiedene Punkte auch der Meteorologie wünschenswert.

Die Strömungen der Atmosphäre, die im allgemeinen als Wind bezeichnet werden, werden in erster Linie durch stabil aufgestellte Apparate, die sich nicht von der Stelle bewegen, gemessen. Die hier in Verwendung kommenden Instrumente jeglicher Art (Schalenanemometer, Druckmesser, Pitotröhren) leiden im wesentlichen alle an dem Übelstand, daß sie zu ihrer Aufstellung Unterlagen bzw. bestimmte Konstruktionen erfordern, die selbst wieder die Luftströmungen beeinflussen. Wir sehen hier von dem Umstande ab, daß sie nur Zeit

und Raummittel geben. Diese Beeinflussung macht sich weniger geltend bei dem Studium der verhältnismäßig starken horizontalen Strömungen, die ja die Hauptkomponente der Luftbewegungen bilden; doch sind auch hier gewisse Fehlerquellen gefunden worden, die noch studiert werden müssen. Die Einwirkung der Aufstellung kommt ganz besonders bei der Messung der vertikalen Komponente des Windes in Betracht. Hier wirkt sie so störend, daß man beinahe den Ausspruch tun kann, daß die stabilen Aufstellungen aus diesem Grunde eine Feststellung der wirklichen vertikalen Bewegung überhaupt unmöglich machen. Wir haben deswegen bis heute noch kein Instrument, welches mit genügender Sicherheit die vertikalen Strömungen der Atmosphäre in der Nähe der Erdoberfläche und auch in größeren Höhen bestimmen kann. Die stabilen Windmeßinstrumente sind im wesentlichen zur Messung der Strömungen in der Nähe der Erdoberfläche bestimmt, wie es in der Natur der Sache liegt. Die höchsten Höhen, die wir mit derartigen Instrumenten erforscht haben, gehen etwa bis 300 m über der Erdoberfläche. Lange Zeit waren in Europa der Eifelturm und die Straßburger Münsterspitze die einzigen vorhandenen Aufstellungen. In letzter Zeit hat die Entwicklung der Funktürme derartige Messungen erweitert. Die Meteorologie arbeitet zur Zeit daran, die in Deutschland vorhandenen Funktürme mit Windmeßapparaten zu versehen. Die finanziellen Hindernisse, die hoffentlich teilweise durch die Notgemeinschaft überwunden werden können, waren bei dieser Erweiterung ein Haupthindernis. Noch auf einen Punkt sei hingewiesen. Wie bei allen Strömungen ist jede Strömung in der Atmosphäre ein Vektor, d. h. eine Größe, die durch das Ausmaß der Geschwindigkeit und die Richtung im Raum bestimmt wird. Alle bis jetzt erwähnten Meßinstrumente messen nun nicht den Windvektor, d. h. seine Richtung und Größe, direkt, sondern nur indirekt. Die Windfahnen ergeben die Richtung, die Anemometer bzw. ähnliche Instrumente die Größe der Geschwindigkeit. Beide Messungen kombiniert, definieren, natürlich in der richtigen Weise angestellt, den Windvektor. Es ist hier besonders zu betonen, daß die Windvektoren, die die beobachtende Meteorologie bisher abgeleitet hat, nur durch Mittelwerte bestimmt sind. Die mittlere Geschwindigkeit wird für einen bestimmten Zeitraum gemessen, ebenso die mittlere Windrichtung. Hieraus wird der Vektor konstruiert. Es ist klar, daß diese Zeitmittel nur ein Behelf sind und daß man auch für das Studium bestimmter Fragen daran-

gehen muß, an Instrumente zu denken, die den Windvektor, d. h. seine Richtung und Größe, im selben Zeitpunkt direkt bestimmen. Die Konstruktion eines solchen Instrumentes ist sehr schwierig und bisher nicht gelungen. Versuche sind mehrfach vorhanden. Auch sie müssen, da derartige Bestimmungen auch für die Praxis wichtig sind, in Zukunft energisch unterstützt werden.

Wie schon erwähnt, beziehen sich die bisher erwähnten Messungen auf die untersten Schichten der Atmosphäre, die wir mit Unterbauten bzw. Türmen noch erreichen können.

Bei der Meteorologie bestand schon lange das Bedürfnis, für die Bewegungen der Atmosphäre in größeren Höhen, kurz der freien Atmosphäre, bestimmte Unterlagen zu gewinnen. Solche Bestimmungen wurden durch den neu sich entwickelnden Wissenszweig der Aerologie gegeben. Seit Anfang der neunziger Jahre bestehen in der Wissenschaft der Atmosphäre Bestrebungen, regelmäßige Messungen auch aus den höheren Schichten anzustellen. Die Untersuchung der Atmosphäre mit Flugkörpern hat auf diese Weise eingesetzt. Als Flugkörper, die für Strömungsmessungen in Betracht kommen, sind gefesselte und frei fliegende Fahrzeuge in Gebrauch. Die gefesselten Fahrzeuge sind im wesentlichen Drachen. Fesselballone kommen nur bei geringen Windgeschwindigkeiten in Betracht. Die Drachen befinden sich in der freien Atmosphäre, sind an einem Kabel befestigt und wirken durch bestimmte Kräfte, die von den Strömungsverhältnissen abhängen, auf das Kabel. Die Kräfte, die das Kabel beeinflussen, können am Boden gemessen werden, und so ist man imstande, von ihnen auf die ursächlichen Wirkungen, nämlich die Luftströmungen, zu schließen. Drachenstationen bestehen zur Zeit sehr wenige an der Erdoberfläche, in Deutschland zur Zeit nur drei. Sie sind aber für die Messungen der Strömungsverhältnisse auch heute noch von großer Bedeutung. Auch hier haben es die finanziellen Verhältnisse nach dem Kriege verhindert, in eine intensive Forschung einzutreten. Die vor dem Kriege schon beabsichtigte Einführung von Registrierungen der Zugkräfte des Kabels konnte bisher nicht ausgeführt werden, und doch ist das genaue Studium der Schwankungen dieser Zugkräfte von ganz besonderer Wichtigkeit, da sie uns genauen Einblick in die sogenannte Turbulenz der Atmosphäre, von der noch zu sprechen ist, verschaffen wird, nicht nur in der Nähe der Erdoberfläche, sondern so hoch die Kabel reichen. Auch dies ist ein Gegenstand des Studiums, der wiederum wesentlich im Hinblick auf die prak-

tischen Verhältnisse ausgebaut werden muß. Ein sehr wichtiges Mittel, die Strömungen im Luftmeer zu messen, bieten die frei fliegenden Luftkörper. In erster Linie kommen hier die Freiballone in Betracht. Gerade die Einführung der Freiballone durch die Aerologie in die Wissenschaft hat hier neue und bedeutende Resultate geschaffen. Wir wollen die zum Zwecke des Studiums der Strömungen verwandten Freiballone allgemein als Pilotballone bezeichnen, verstehen aber hierunter zusammen die eigentlichen Pilotballone, die Registrierballone und auch die bemannten Freiballone. Die eigentlichen Pilotballone sind für die Aerologie die wichtigsten Instrumente für die Erforschung der Windverhältnisse. Sie werden fast ohne Trägheit von der sich bewegenden Atmosphäre erfaßt und bieten so in den verschiedenen Schichten, die sie durchmessen, ein Bild der Luftströmung. Die Beobachtung der sich bewegenden Ballone geschieht durch besonders konstruierte Theodolite, die es ermöglichen, die Position des Pilotballons in jedem Zeitmoment zur Erdoberfläche festzulegen. Wir können so die Trajektorien festlegen, die der Ballon in der Atmosphäre, die Erdoberfläche als Vergleichsobjekt angenommen, beschreibt. Je genauer man zeitlich und örtlich diese Trajektorien bestimmen kann, um so genauer fallen die Windmessungen aus. Solche Beobachtungen können besonders bequem ausgeführt werden, da es sich herausgestellt hat, daß die Pilotballone im großen und ganzen ein sehr einfaches Steigegesetz befolgen, nämlich daß sie in allen hier in Betracht kommenden Höhen mit nahezu konstanter Geschwindigkeit emporgehen. Damit ist innerhalb bestimmter Fehlergrenzen die Bestimmung der genannten Trajektorien im Raume von einer Beobachtungsstation möglich. Diese weniger feinen Bestimmungen des Windvektors finden besonders im Höhenwetterdienst zur Sicherung der Luftfahrt statt. Man ist jedoch imstande, die Bewegungen der freien Pilotballone noch genauer zu verfolgen, wenn man Doppelvisierungen, noch besser mehrfache Visierungen von mehreren Stationen aus anwendet. Diese Methode hat besonders einzutreten, wenn es gilt, die Bewegungsgesetze der Pilotballone selbst zu bestimmen. Wenn man genauer zusieht, findet das Steigen von Pilotballonen in nicht so einfacher Weise statt, wie vorhin angegeben wurde. Der Aufstieg hängt auch wesentlich, besonders wenn die feineren Bewegungen in Betracht kommen, von dem Zustand der Atmosphäre und den Veränderungen ab, die der Ballon selbst in dieser hervorruft. An der aufsteigenden Ballonkugel entwickeln sich

alle jene Erscheinungen, die in dem Bericht über Strömungsforschung bei Schilderung der „Grenzschicht" dargelegt sind. Es zeigen sich Turbulenzphänomene, die einmal mit dem turbulenten Zustand der Atmosphäre selbst zusammenhängen, andererseits von dem Ballon selber hervorgerufen werden. So hängen die komplizierten Bewegungen eines aufsteigenden Pilotballons einmal mit dem Turbulenzzustand der Atmosphäre selbst zusammen, andererseits werden sie durch den Ballon selber hervorgerufen. Die Größendimensionen und die Form der Ballone sind hier von entscheidender Bedeutung. Diese Untersuchungen sind von ganz besonderer Wichtigkeit, einmal um den unruhigen Bewegungszustand der Atmosphäre selbst zu bestimmen. Es wird sich ermöglichen lassen, besonders wenn man noch die Messungen im Drachenkabel hinzuzieht, um die Turbulenzschichten des Luftmeeres zu bestimmen, die der Atmosphäre eigentümlichen Turbulenzbedingungen von denen zu trennen, die die Ballonbewegung hervorruft. Die ersteren sind für die Praxis von besonderer Wichtigkeit, die anderen bieten vorwiegend hydrodynamisches Interesse, sind aber gerade für die Trennung beider Phänomene von Wesenheit. Es wäre besonders zu begrüßen, wenn gerade das Studium der Turbulenz in dem soeben angedeuteten Sinne von der Notgemeinschaft unterstützt würde. Es handelt sich hierbei auch um die Bewegung der Piloten in den unteren Schichten, da für die Untersuchung der Turbulenz die vorhin erwähnten Anemometer in keiner Weise geeignet sind. Es sind Pilotballone von verschiedenen Dimensionen benutzt und untersucht worden. Es handelt sich um ganz kleine Gummiballone, deren Durchmesser ein bis mehrere Meter beträgt. Die für die Messung geeignetsten Größen müssen bestimmt und normalisiert werden, damit man allen bei diesem Studium beschäftigten Stellen ein möglichst gutes und passendes Material zur Verfügung stellen kann. Diese Studien sind, wie gesagt, an mehreren Orten im Gange oder im Gange gewesen und müssen nach einem systematischen Plan weitergeführt werden, was zur Zeit aus Mangel an Mitteln nicht mit genügender Ausdauer und Genauigkeit möglich ist. Es handelt sich hier um die Bestimmung von Schwingungen in der Vertikalgeschwindigkeit des Ballons mit sehr kleinen Periodenlängen, die kleinsten vielleicht 2—3 Sekunden. Solche Messungen können von den geschicktesten Augenbeobachtern nicht mehr ausgeführt werden, da eine Zusammendrängung der Augenablesungen auf so kurze Zeit nicht möglich ist. Hier müssen genaue Apparate, die

bereits konstruiert oder deren Konstruktionsgesetze festgelegt sind, eintreten. Es handelt sich im wesentlichen um photographisch arbeitende Theodoliten, die die Position der Ballone etwa alle 3—5 Sekunden festlegen. Auch die kinematographischen Aufnahmen eines steigenden Ballons sind durch ein passendes Instrument vorzunehmen. Die meisten Institute sind zur Zeit nicht in der Lage, derartige Instrumente anzuschaffen oder zur Ausführung zu bringen. Hier muß ebenfalls die Notgemeinschaft eintreten.

Das soeben geschilderte Studium der Turbulenz ist von ganz besonderer Wichtigkeit, da es gestattet, eine Größe zu messen, die in den letzten Jahren in die meteorologische Forschung eingeführt ist, nämlich den vertikalen Austausch verschiedener atmosphärischen Elemente. Es handelt sich in erster Linie um die Größe der Luftbewegung. Es wird stets Bewegungsenergie durch den Austausch im vertikalen Sinne geführt. Auch die Zusammensetzung der Atmosphäre in bezug auf suspendierte Teilchen und ihren Kohlensäuregehalt wird beständig durch den Austausch verändert. Gerade der Kohlensäuregehalt der unteren Schichten, die unmittelbar dem Erdboden aufliegen, ist von praktischem Interesse. Die moderne Landwirtschaft beschäftigt sich bereits mit dieser Frage. Der Kohlensäuregehalt wird in bestellten Feldern durch Bakterien zum großen Teil neu erzeugt und dann fortwährend durch Austauschbewegungen mehr oder weniger schnell weggeführt. Da die Kohlensäure ein wichtiger Bestandteil für das Pflanzenwachstum ist, ist die Art und Weise der Wegführung der Kohlensäure von besonderem Interesse. Wenn sie gemessen wird, werden diejenigen Stellen für die Landwirtschaft gefunden werden, wo dieser Prozeß am besten vonstatten geht, wo die Abfuhr möglichst gering ist. Dieser Austausch wird von selbst gemessen, wenn die Turbulenzerscheinungen sorgfältig studiert werden. Für die Praxis sind natürlich besondere Messungen gerade in Saat- und Fruchtfeldern vorzusehen. (Anmerkung: Es sei bei dieser Gelegenheit auch auf neuere Forschungen aufmerksam gemacht, die die so wichtige Kolloidchemie auch auf meteorologische Prozesse anwenden will.)

Wir kommen zu einer anderen Art der Strömungsforschung in der Meteorologie. Die neueren Untersuchungen, die besonders von norwegischen Forschern und Lindenberg ausgingen, haben erwiesen, daß die Atmosphäre nicht als ein einheitlicher Luftkörper zu betrachten ist, in welchem die Veränderungen des Druckes, der Temperatur, der

Feuchtigkeit usw. allmählich und stetig vor sich gehen, sondern daß fast in allen Schichten das Luftmeer in Luftkörper verschiedener Dichte geteilt ist, die neben- und übereinander liegen und in gegenseitiger Bewegung sind. Die Trennungsflächen der hier in Frage kommenden Luftgebilde sind von besonderer Wichtigkeit in der Physik der Atmosphäre. Wenn sie sich auch in bezug auf die Erdoberfläche ziemlich schnell dahinbewegen — und mit ihnen die durch sie getrennten Luftkörper —, so haben sie doch eine merkwürdige Tendenz der Erhaltung in der Zeit. Sie sind oft dauernd vorhanden, und gerade in ihnen spielen sich Bewegungs- und andere Vorgänge ab, deren Erforschung von großer Bedeutung ist. Es ist nachgewiesen, daß die Gleitflächen — so nennt man die Trennungsschichten der Luftkörper — der Hauptsitz von luftelektrischen Erscheinungen sind. In ihnen treten vielfach Störungen auf, die vor allen Dingen die Funktechnik interessieren. Sie haben aber auch eine große Bedeutung für die Ausbreitung der Schallwellen, da sie diese reflektieren bzw. ablenken. Die in Betracht kommenden Studien sind im Gange und werden durch die Notgemeinschaft unterstützt. Die Gleitflächen sind aber endlich von großer Bedeutung für die Luftströmungen. Gewöhnlich tritt beim Passieren einer Gleitfläche über eine Stelle der Erdoberfläche eine vollständige Änderung des Windregimes ein, das Arbeiten von Windmotoren jeglicher Art wird ziemlich schnell unter andere Bedingungen gestellt. Es ist von vornherein klar, daß die Erkenntnis der Bewegungen solcher Flächen von großer Bedeutung für die Gewinnung der Energie aus dem Luftmeere ist. Sie müssen aus diesem Grunde besonders erforscht werden. Hier sind Aufstiege durch Drachenstationen und von wissenschaftlichen Flugzeugen von großem Wert. Wesentlich durch solche können wir die Lage und die Bewegungsverhältnisse der Trennungsflächen erkennen. Für dieses Studium sind die Aufstiege von Flugzeugen noch wichtiger als die von Drachen, da man mit einem solchen Fahrzeuge die in Frage kommenden Flächen aufsuchen und abfliegen kann. Versuche sind in dieser Beziehung von der wissenschaftlichen Flugstelle des Observatoriums Lindenberg in Staaken bereits gemacht worden. Sie ausgiebig auszuführen, verhindert bis jetzt der Zustand unserer Flugzeuge und der Mangel an Geldmitteln. Die Bewegungsgesetze und physikalischen Eigenschaften der Gleitflächen zu studieren, ist aber eine internationale Aufgabe, da sich diese Gebilde über große Areale der Erdoberfläche erstrecken und durch Auf-

stiege in Deutschland allein nicht untersucht werden können. Jedoch muß Deutschland an dieser internationalen Untersuchung mitarbeiten.

Wir kommen endlich zu der Darstellung der für die Praxis wichtigen Versuche und Messungen, die von meteorologischer Seite anzustellen sind. Wie schon auseinandergesetzt, ist Energie in verschiedener Menge und Art im Luftmeer überall vorhanden. Gerade der Umstand, daß Maschinen, diese Energie zu gewinnen, sich schon in nahen Entfernungen nicht mehr stören, weist darauf hin, wie zu arbeiten ist. Es wird sich, abgesehen von einigen Ausnahmefällen, nicht darum handeln können, große Energiesammler aufzustellen, sondern diese Energie an möglichst vielen Stellen durch verhältnismäßig kleine Konstruktionen zu akkumulieren. Derartige Sammler, wenn sie auch nur wenige 100 m voneinander entfernt sind, stören sich kaum. Jede Stelle ist dann befähigt, ein gewisses Quantum von Energie aufzunehmen; diese an und für sich kleinen Mengen müssen dann wieder durch besondere Anlagen gesammelt werden. Um zu einer zweckmäßigen Verteilung derartiger Anlagen zu kommen, ist es notwendig, die Windverteilung über der Erdoberfläche viel genauer zu kennen, als es bis jetzt der Fall ist. Schon vor dem Kriege ist von Aßman der dankenswerte Versuch gemacht worden, die Windverteilung über Deutschland an der Erdoberfläche aus den vorhandenen meteorologischen Beobachtungen zusammenzustellen. Dieses Werk, so verdienstvoll es seinerzeit bei der Entwicklung der Luftfahrt gewirkt hat, ist jetzt bereits überholt bzw. es ist durch diese Zusammenstellung erwiesen worden, daß die bei seiner Abfassung benutzten meteorologischen Beobachtungen unzureichend waren, eine Verteilung der wirklichen Windenergie über Deutschland zu geben. Die Messungen der Windstärke werden auch heute noch meist nach bloßen Schätzungen nach der sogenannten Beaufort-Skala an vielen meteorologischen Stationen gemacht, Anemometer sind nur in verhältnismäßig geringer Anzahl vorhanden, und wenn sie vorhanden sind, ist ihre Aufstellung eine so verschiedene, daß ihre Resultate kaum vergleichbar sind; bald befinden sich die genannten Meßinstrumente auf Dächern und Masten, bald auf Turmspitzen, bald in Tälern, bald auf Berggipfeln, so daß sie die Verhältnisse nicht rein oder systematisch erfassen. Hier ist eine grundsätzliche Arbeit notwendig. Es müssen einheitliche Anemometer eingeführt werden, die an Stellen aufgestellt sind, an denen die geographischen Bedingungen genau festliegen. Die

Aufstellung muß ebenfalls eine einheitliche sein, am besten ein leichter Gitterturm von einer bestimmten Normalhöhe in bezug auf den Erdboden, die nicht zu groß sein braucht. Diese Anemometer müssen nach einem dem Zwecke entsprechenden Plan in allen Gegenden Deutschlands aufgestellt werden. Erst wenn solche Instrumente eine Zeitlang gemessen haben werden, können uns die Daten über die wirkliche Verteilung der Windenergie in Deutschland bekannt sein. Diese Pläne zur Ausführung zu bringen, wird auch Aufgabe der Notgemeinschaft sein. Es sind zwar staatliche Mittel bei verschiedenen meteorologischen Instituten vorhanden, doch sind sie nicht ausreichend, um den geschilderten einheitlichen Plan durchzuführen. Die Mittel für die instrumentelle Ausrüstung sind nicht so bedeutend, wie es im Anfang erscheinen könnte, da, wie gesagt, die meteorologischen Institute, die über Deutschland gut verteilt sind, hierbei mitarbeiten können. Die einheitliche und für praktische Zwecke günstige Aufstellung müßte durch eine Kommission, deren Grundzusammensetzung die Direktorenkonferenz der deutschen meteorologischen Institute bilden kann, festgesetzt werden. Ein derartiges systematisches Studium wird schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit ergeben, wie man die Energiefänger des Luftmeeres, also kleine Motorenanlagen, am zweckmäßigsten über Deutschland verteilen und wie man deren Energie sammeln kann. Es ist nicht Aufgabe der Meteorologie, die Konstruktion solcher Sammler anzugeben, sondern Aufgabe der Technik. Allein von großem Wert wird es immer sein, die Windkräfte in der Nähe schon vorhandener Motoren (Windmühlen, Windräder usw.) genau zu studieren. Das kann als Aufgabe eines oder mehrerer meteorologischen Institute angesprochen werden. Zu dem Zwecke wird es am besten sein, solche bereits existierenden Maschinen oder Motoren zu mieten oder anzukaufen, damit durch geeignete Windmeßinstrumente in der Nähe der genannten Installationen die nötigen Messungen gemacht werden können.

Es sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, daß das Studium der meteorologischen Strömungen durchaus nicht der Modellversuche entbehren kann. Hier wird ein Zusammenarbeiten von Meteorologen und Hydrodynamikern sich in jeder Weise als zweckmäßig erweisen. Die Bewegung der Gleitflächen verschieden dichter Luftkörper und der Luftkörper selbst kann ohne Zweifel an geeigneten Modellen studiert werden. Es ist ja auch bereits mit Erfolg von einigen meteorologischen Forschern versucht worden.

Zum Schluß sei noch eine kurze Zusammenstellung der Arbeiten gegeben, die in Angriff zu nehmen sind:

1. Aufstellung von Anemometern nach einheitlichen Grundsätzen, sowohl was die Instrumente als die Aufstellung betrifft. Es ist auch besondere Aufmerksamkeit auf die Konstruktion eines Anemometers zu richten, welches die Vertikalströmungen direkt mißt.
2. Untersuchung der Gleitflächen durch Vermehrung der Aufstiegsstationen, sei es von Drachenwarten oder, was von noch größerer Wichtigkeit ist, von wissenschaftlichen Flugzeugaufstiegen.
3. Ausbau der Drachenstationen durch Einrichtung von Registrierungen der Zugkräfte an den Kabeln.
4. Untersuchungen der Pilotballonbewegungen, besonders der feineren Strömungserscheinungen, unter ganz besonderem Hinblick auf die Turbulenz. Bei diesen Arbeiten ist die Anschaffung und Neukonstruktion von Apparaten, die die Bewegung photographisch registrieren, und von Kinematographen, die imstande sind, die feinen Bewegungen der Pilotballone festzuhalten, von entscheidender Bedeutung.
5. Die Miete oder der Erwerb eines Windmotors (Windmühle und Windrad) zum genauen Studium der in ihrer Nähe auftretenden Wind- und Reibungserscheinungen ist ins Auge zu fassen.
6. Förderung der Untersuchung des durch die Turbulenz bewirkten Austausches von meteorologischen Größen aller Art (Windgeschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit, Wärmeinhalt, Jonengehalt, Kohlensäuregehalt), der bereits fast für alle in der Atmosphäre enthaltenden Elemente nachgewiesen ist, gerade im Hinblick auf die Lösung von praktischen Aufgaben.

Wir glauben im vorstehenden die hauptsächlichsten Forschungsarbeiten genannt zu haben, die für wirtschaftliche und soziale Zwecke notwendig sind. Es ist jedoch erforderlich, hier auch auf die Personalfrage einzugehen. Der Grundsatz wird wohl allgemein anerkannt werden, daß nicht nur die Instrumente und Messungen ins Leben gerufen werden müssen, sondern daß diese auch zu bearbeiten sind. Der Nachwuchs an meteorologischen wissenschaftlichen Kräften ist zur Zeit sehr gering. Es sind zwar von Reichs wegen für den Höhen-

wetterdienst eine Reihe von Assistentenstellen geschaffen worden, dieselben werden aber für die eigentliche wissenschaftliche Forschung, die hier ins Auge gefaßt wird, kaum zur Verfügung stehen, da ihre Kräfte voll und ganz von dem Flugwetterdienst in Anspruch genommen werden. Die Absorption der Kräfte für den Wetterdienst ist so groß, daß von einer besonderen Arbeit für die ins Auge gefaßten Studien keine Rede sein kann. Man wird also auch hier dafür sorgen müssen, daß der Nachwuchs in der Meteorologie gerade in dieser Beziehung gefördert wird. Zur Mitarbeit können alle meteorologischen Institute in Deutschland aufgefordert werden. Es wird aber sofort, wie es jetzt schon bei der Einrichtung des Höhenwetterdienstes geschehen ist, von allen diesen Anstalten der Ruf nach Arbeitskräften erschallen, der, wenn er nicht gehört wird, ein Arbeiten in der hier angedeuteten Richtung unmöglich macht.

8. Denkschrift über theoretische und praktische Medizin

Den Vorschlägen seien die Richtlinien des Verfassers vorausgeschickt:

a) Es soll niemand gezwungen oder auch nur veranlaßt werden, auf einem ihm fremden Gebiet zu arbeiten. Die Teilnehmer müssen also, womöglich schon seit Jahren, auf dem angeregten Gebiete mit Erfolg geforscht und veröffentlicht haben und auch jetzt noch mit der Weiterführung dieser Studien beschäftigt sein.

b) Die Laboratorien der Teilnehmer müssen bereits heute sachlich und auch mit Personal so ausgestattet sein, daß die Sicherheit dafür gegeben ist, daß die Mittel der Notgemeinschaft in erster Linie für sachliche Aufwendungen der unterstützten Forschungsaufgabe verwendet werden. Hilfskräfte dürfen zwar auch damit bezahlt werden, doch sollen sie die nötige Ausbildung und Schulung für die ihnen zugedachte Arbeit bereits mitbringen. Erwünscht ist, daß die verhältnismäßig teuer zu stehen kommenden akademisch gebildeten Helfer einen Teil ihres Lebensunterhaltes aus anderer Quelle bestreiten können. Durch den Zuschuß der Notgemeinschaft soll ihr Einkommen in der Regel dasjenige eines planmäßigen Assistenten ihres Dienstalters nicht erreichen. Denn während letztere einen Teil ihrer Zeit mit Verwaltungsgeschäften oder im Lehrbetrieb verbrauchen müssen, dürfen erstere sich ganz der Forschung widmen.

c) Die Anschaffungen aus den Mitteln der Notgemeinschaft haben unmittelbar der Forscherarbeit zu dienen, für die sie bewilligt sind. Wertvolle Apparate bleiben Eigentum der Notgemeinschaft.

   Auch bei anderen Anschaffungen behält sich die Notgemeinschaft das Recht vor, einen Nachweis über ihren Verbleib zu fordern.

d) Dieselben Forscher sollen in der Regel nicht gleichzeitig auf mehreren Arbeitsgebieten unterstützt werden.

A. Eiweißkonstitution und Eiweißstoffwechsel

Aus Eiweiß besteht zum allergrößten Teil jegliche lebende Substanz. Es ist vom höchsten Wert, genauesten Einblick in seinen chemischen Aufbau zu erhalten, nur dann lassen sich die Reaktionen wirklich verstehen, die sich im Lebensprozeß am Eiweiß abspielen. Daher hat das angeschnittene Gebiet einen solch großen Umfang, daß man sagen kann, mehr oder weniger werden an allen biochemischen Laboratorien Teilfragen hiervon bearbeitet. Trotzdem reiht sich das Thema unter die Gemeinschaftsarbeiten ein, weil es hier besonders wichtig ist, daß die von der chemischen Forschung gewonnenen Kenntnisse sofort in die physiologische Scheidemünze umgearbeitet werden.

B. Intermediärer Stoffwechsel

Die Bilanzprobleme, die bis zum Beginn dieses Jahrhunderts im Vordergrund des Interesses standen, dürfen jetzt im allgemeinen als gelöst gelten. Jetzt heißt es, den chemischen Umsetzungen und den damit verbundenen energetischen Reaktionen im einzelnen nachgehen. Zuerst die Stoffe einzeln in ihren Umsetzungen durch den Körper des Tieres oder der Pflanze hindurch verfolgen, um dann die Funktionen der einzelnen Organe synthetisch zu begreifen. Jede Arbeit auf dem Gebiete des intermediären Stoffwechsels kann gebraucht werden; gute chemische Kenntnisse sind aber dabei erforderlich. Es kommt auf ein Hand-in-Hand-Arbeiten von Morphologie, Physiologie und Klinik heraus.

Auch hier wird in mehreren Lagern getrennt gearbeitet. Der Chemiker hat in die Konstitution der Verbindungen tiefer einzudringen, die anderen studieren ihr Verhalten im Stoffwechsel. Dabei lassen sich Fette und Zuckerstoffe nicht voneinander trennen, zu vielfach greifen sie auch im intermediären Stoffwechsel ineinander.

Ba. 1. Chemie der Kohlenhydrate. Pflanzliche und tierische Zuckerstoffe, einfache und zusammengesetzte, werden heute an vielen Stellen eingehend studiert; das ganze Gebiet ist im lebhaften Fluß begriffen. Unsere Grundanschauungen haben schon vielfach geändert werden müssen; neue Fundamente für die biologische Forschung sind im Entstehen.

Ba. 2. Chemie der Fette. Leider gilt nicht das gleiche für die Fette; sie sind im Vergleich zu den Zuckerstoffen ein Stiefkind der chemischen Forschung. Ganz mit Unrecht. Die Ära der Kenn-

ziffern, jener „drogistischen Erkennungszeichen, die die wissenschaftliche Chemie der Fette brach gelegt haben", ist vorbei; wir besitzen heute die Methoden und die technischen Hilfsmittel, um das wissenschaftliche Studium des Aufbaus der Fettstoffe mit besserer Aussicht auf Erfolg zu vollenden.

Ba. 3. Zucker- und Fettstoffwechsel. Jede Zelle gebraucht Zucker; auch wenn mit der Nahrung keiner zugeführt wird, bringt ihr das Blut stets gleichbleibende Mengen. Wo stammen sie her? Wie und aus welchem Material wird er stets neu gebildet? Welche Mindestmenge verbrauchen die Organe? Wird aus Fett Zucker gebildet? Überhaupt? Immer? oder nur unter bestimmten Umständen? Das sind grundsätzliche Fragen, die tief in alle Stoffwechselprobleme hineindringen. Alter Besitzstand verliert seinen Wert; noch läßt sich nicht übersehen, was bleibt, was morgen gelten wird.

Ba. 4. Morphologie der Stapelformen. (Glykogen, Stärke, Fette und Kohlenwasserstoffe.) Die morphologische Forschung wird den Weg, vielleicht weniger die Form der Wanderung und Einlagerung feststellen können, sie wird aber auf jeden Fall die Regulierung dieser Stoffwechselprozesse durch gewisse Organe der inneren Sekretion klarstellen. Zusammen mit der physikalisch-chemischen Forschung ergänzt sie in sehr schöner Weise die chemische und physiologische Forschung und macht die Ergebnisse erst der Klinik dienstbar.

Ba. 5. Eng mit den unter Ba. 1 bis 4 genannten Arbeitsgebieten verknüpft sind die Forschungen über die chemische Konstitution des Insulin und seine physiologische Wirkung. Seitdem vor einigen Jahren in Toronto gezeigt wurde, wie ein Auszug der Bauchspeicheldrüse auf den Blutzuckerspiegel wirkt, wird in der ganzen Welt an diesem fundamentalen Problem des intermediären Stoffwechsels gearbeitet, oft mit recht unzureichenden Kenntnissen und Mitteln. Deshalb ist es erwünscht, daß bei uns die Forschungen auf einige wenige Laboratorien beschränkt bleiben, die die Gewähr für erfolgreiches Arbeiten bieten.

Bb. Phosphatide und Cerebroside. Ihre Kenntnis ist noch recht lückenhaft; aber nicht, weil die Methoden der Untersuchung fehlten, sondern weil die Arbeiten meist die Mittel der planmäßigen Betriebsstöcke der in Betracht kommenden Institute übersteigen. Man benötigt sehr große Mengen frischen Ausgangs-

materials und teurer Reagentien und Lösungsmittel, um aus dem natürlichen Gemisch einzelne Individuen zu isolieren. Ihre Kenntnis allein gibt aber die sichere Grundlage ab für die wichtigen, so vielfach aber leider in unzureichender Weise untersuchten Fragen über die Rolle, die diese Stoffe beim Stoffaustausch der Zelle mit ihrer Umgebung spielen.

Bc. Sterine und Gallensäuren. Die Chemie dieser Stoffe ist deutsches Arbeitsgebiet und schon recht weit gefördert worden. Es werden also die Fragen über ihr Verhalten im Stoffwechsel, über ihre Herkunft, Bildung im Körper usw. für die physiologische Forschung reif.

Bd. Blut- und Gallenfarbstoff, Blutmauserung. Neuere Arbeiten haben gezeigt, wieviel weiter verbreitet der Blutfarbstoff und seine Abkömmlinge in der Natur sind, als man bisher gewußt hat. Dabei hat man die biologisch wichtige und neuartige Beobachtung gemacht, daß die gleiche Substanz im Laufe der phylogenetischen Entwicklung für ganz verschiedene Funktionen benutzt wird. Die Methoden sind jetzt soweit durchgearbeitet, daß man der Bildung des Farbstoffes im Tierkörper nachgehen kann. Damit erhält man auch endlich sichere Daten der Blutmauserung. In dieser Beziehung zeigt das Blut viel deutlicher die gleiche Erscheinung, die bei allen Geweben zu beobachten ist. Das Blut ist zum Studium dieser Erscheinung besonders geeignet.

Be. Biologische Oxydationen. Dieses Gebiet exakter chemischer Fermentforschung gehört auch der morphologischen und pathologisch-chemischen und klinischen Forschung an. Durch geeignete Wahl der Reagentien lassen sich die intrazellulären Fermente festlegen, seltene angeborene Stoffwechselanomalien lassen sich künstlich am Tier nachahmen und werden so der physiologischen Forschung zugänglich. Durch „In-vitro-Versuche" lassen sich Melanine darstellen, die mit manchen natürlich vorkommenden Pigmenten und Ablagerungen wesensgleich zu sein scheinen. Die gefärbten Produkte sind meist höhere Kondensationsprodukte höchst komplizierter Natur und stellen der chemischen Forschung nach ihrer Herkunft und dem Mechanismus ihrer Bildung oft unüberwindliche Schwierigkeiten in den Weg. Die Überführung der Leukoverbindungen mit Hilfe der Gewebsfermente durch „In-vitro-Versuche" in jene darf als ein Weg gelten, der eher Erfolg verspricht als der umgekehrte.

C. Physiologie und Pathologie des Wasserhaushaltes

Der Wasserhaushalt ist ein Gebiet, das zur Zeit sehr in Bewegung ist; an verschiedenen Stellen in Deutschland wird es erfolgreich bearbeitet. Durch die Entwicklung der modernen physikalischen Chemie sind fruchtbare Quellen eröffnet, die der Verwertung harren. Von der Forschung ist hier wichtige Förderung ärztlicher Aufgaben am gesunden und kranken Menschen zu erwarten.

Notwendig erscheint es,

1. die allgemein biologischen Grundlagen und
2. den Ablauf der Vorgänge im Organismus, speziell am gesunden und kranken Menschen, zu untersuchen.

ad 1. Untersuchungen der allgemeinen biologischen Grundlagen.

Vor allem muß das Problem der Permeabilität aufgeklärt werden, zunächst an möglichst einfachen Modellmembranen. Nur auf dieser Grundlage kann das Problem von Sekretion, Resorption und Diffusion im Organismus mit Erfolg untersucht werden.

Hierher gehören ferner Untersuchungen

über Quellung und Entquellung,

über die Aufnahme und Bindung von Farbstoffen in Zellen unter wechselnden Bedingungen (Milieu, Temperatur, Funktion, Innervation, Blutversorgung und Ernährung der Zellen bzw. Gewebe),

über die Beziehungen des Eiweißes und anderer hochmolekularer Stoffe zu einzelnen Ionen und Ionenkonstellationen.

ad 2. Untersuchungen über den Ablauf der Vorgänge im Organismus, speziell am gesunden und kranken Menschen.

a) Klinische Untersuchungen an Gesunden und Kranken über die Einstellung des Wasserhaushaltes unter verschiedenen Bedingungen, je nach Leistung und Leistungsfähigkeit, je nach Ernährung sowie pharmakologischen und physikalischen Einwirkungen verschiedener Art, u. a. Bilanzen des Wasser- und Mineralstoffwechsels, Untersuchungen über den Austausch zwischen Blut und Gewebe, über den Wechsel der Blutmenge, über die Wasser- und Salzverteilung im Organismus.

b) Experimentelle Untersuchungen, vor allem über die nervöse und hormonale Regulation des Stoffaustausches zwischen Blut und Gewebe, über die Bedeutung des Mesenchyms (Zwi-

schengewebe), ferner über die Funktion der Nieren und der Haut.

Die Physiologie und Pathologie der Haut, die bisher vielfach vernachlässigt wurde, könnte auch als besonderes Gebiet behandelt werden, im Zusammenhang mit den Funktionen der Haut als bedeckendes Organ, als Träger sensibler Apparate und als Ort immunbiologischer Vorgänge.

c) Als Beiträge zu einer vergleichenden Physiologie des Wasserhaushaltes wären systematische Untersuchungen über Wasseransatz und Austrocknung niederer Tiere erwünscht (vor allem Schnecken sind günstige Objekte).

Die hier angedeuteten Untersuchungen zielen letztlich hin auf Fragen der Ernährung, der Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens des Menschen.

D. Grundumsatz

Sehr wichtig, da im Begriff, praktische Bedeutung für die Klinik zu erlangen. Amerika ist in dieser Beziehung viel weiter wie die meisten unserer Kliniken; der Grundumsatz kann nicht getrennt von anderen Fragen bearbeitet werden (s. unter Kropfproblem).

Sehr erwünscht wäre es, wenn auch wir ein Institut hätten wie das von Graham Lusk, New York, der imstande ist, gleichzeitig mit den Bestimmungen des Gaswechsels die Wärmeabgabe in Stundenversuchen direkt zu messen und damit die Berechnung aus dem Gaswechsel kontrollieren kann. Dies Verfahren ermöglicht einen Einblick in das Getriebe des untermediären Stoffwechsels von ganz anderer Seite und gestattet auch eine sichere Berechnung bei Mastversuchen.

E. Vitamine

Das ursprünglich von Hofmeister, Straßburg, und Stepp kurz vor dem Kriege angeregte Arbeitsgebiet ist unseren Händen zur Zeit entglitten.

Hier sind wir von Amerika aus mit Versuchen geradezu überschüttet worden, so daß, wie die Literatur zeigt, viele Berichterstatter geradezu fasziniert erscheinen. Trotz der Massenversuche tut uns Zurückhaltung gut, und es hat nicht viel Sinn, mit diesen in ihrer Anlage ganz großzügigen und sehr kostspieligen amerikanischen und englischen Arbeiten parallel zu gehen.

Einmal soll man sich hüten, die an ein paar Tierspezies gewonnenen Resultate bedenkenlos auf den Menschen zu übertragen; weiter hat man in neuerer Zeit auch gezeigt, daß Erscheinungen, die angeblich durch Vitaminmangel hervorgerufen werden, verschwinden, wenn man die Tiere ohne Änderung der Nahrung in frische Luft und in die Sonne bringt. Nachprüfungen in dieser Hinsicht können also wohl von Interesse sein und werden zur Zeit bei uns an mehreren Stellen durchgeführt (s. Strahlenforschung) und haben schon zu Erfolgen geführt.

Einfache Gewichtsbestimmungen der Tiere bei vitaminarmen Fütterungen, wie sie bis jetzt meist gemacht worden sind, bedürfen durchaus der gleichzeitigen Kontrolle unter Anwendung der Methodik des Stoffwechsels. Immerhin erscheint es von Wichtigkeit, Vitaminbestimmungen bei unseren gebräuchlichen Nahrungsmitteln zu machen. Die Blockadeernährung hat nun allerdings nichts von Erscheinungen auffinden lassen, die etwa auf Vitaminmangel zurückzuführen wären, wenn nicht etwa gewisse Behinderungen im Wachstum bei Kindern in der Nachkriegszeit mit dem Milchmangel zusammenhängen.

Mehr Interesse haben diese Fragen für die Landwirtschaft. Einwandfreie Versuche auf diesem Gebiete anzustellen, hätte Interesse. Wir müssen uns hüten, unsere Kräfte zu zersplittern. Da die Untersuchungen sehr einfach zu sein scheinen, wird in zahlreichen Laboratorien und Kliniken zur Zeit über Vitamine gearbeitet. Wir tun gut, einige wenige Betriebe dafür einzuspannen.

Der beiden Vitamine A und B hat sich die Industrie angenommen; sie bezahlt auch die Untersuchungen.

F. Die Physiologie des Zentralnervensystems

wird in der letzten Zeit in folgenden Richtungen mit besonderem Erfolge gefördert:

a) werden die an pathologischen Fällen festzustellenden Veränderungen aufs genaueste, vor allem auch durch Verwendung von physiologischen Methoden untersucht;

b) werden Tiere Operationen am Zentralnervensystem unterworfen und die Veränderung studiert;

c) werden die Bewegungen mit Hilfe der Aktionsströme einer genaueren Analyse unterworfen als dies mit der gewöhnlichen Methodik möglich ist.

Eine Kombination dieser Methoden erscheint nun als sehr aussichtsreich. Es erfordert diese die Zusammenarbeit von Physiologen und Klinikern und wird wichtige Ergebnisse liefern zur Klärung des „Tonusproblems". Hier herrscht noch große Unstimmigkeit, indem der Kreis der sicher oder wahrscheinlich tonischen Erscheinungen von vielen Autoren zu weit gezogen wird. Am Menschen und Tier lassen sich die Probleme heute exakt in den verschiedensten Richtungen untersuchen, und wir besitzen in Deutschland auch die Forscher dazu.

G. Biologische Strahlenforschung

Völlig im argen, trotz der außerordentlich großen Wichtigkeit in praktischer Hinsicht, liegt die biologische Strahlenforschung. Schuld daran ist sicherlich zum großen Teil, daß die meisten Kliniken, die die wunderbaren Einrichtungen besitzen, nicht ausgebildete Physiker einstellen, sondern ihre Institute einem ihrer Assistenten unterstellen, die Ärzte sind, denen aber in ihrer Ausbildung die Grundlagen der Physik fehlen, und die auch die wenigen geeigneten Physiologen, die es dafür gibt, nicht heranzuziehen verstehen.

Eine sehr bedeutungsvolle Frage ist auch, wie die ultravioletten Strahlen vom lebenden Gewebe absorbiert werden und seine Reaktion beeinflussen. Theoretische medizinische Untersuchungen darüber verdienen aber so lange noch nicht im großen Maßstab gefördert zu werden, solange die exakten Unterlagen in physiologischer und chemischer Richtung fehlen. Erst müssen die Absorptionsspektra zahlreicher chemischer Individuen durchgearbeitet werden.

Diese Arbeiten werden unsere Erkenntnis mit fördern helfen auf dem großen Gebiet der Einwirkung des Klimas auf den Menschen. Die grundlegenden Untersuchungen hier stammen von Rubner. Erst seit Finsens Lichtbehandlung in die Therapie eingeführt worden ist, wurde das Arbeitsgebiet von neuem in Angriff genommen.

Abgesehen von der direkt heilenden Wirkung scheinen aber den Sonnenstrahlen noch andere wichtige Eigenschaften zuzukommen, für deren Zustandekommen uns vorläufig das Verständnis fehlt. Mancher andere klimatologische Faktor wird sich noch zur Sonnenwirkung gesellen. Jedenfalls scheint auch diese Forschungsrichtung bedeutungsvoll und, falls Anträge gestellt werden, der Beachtung wert.

H. Bekämpfung der Schwerhörigkeit

Auch die heute aufblühende Industrie der Sprechapparate und mechanischen Musikinstrumente hat der wissenschaftlichen Medizin Nutzen gebracht; sie hat gelehrt, wie man die Töne verstärken und reinigen, d. h. Nebengeräusche und Obertöne absieben kann. Diese Erfahrungen ermöglichten die Konstruktion handlicher kleiner Apparate, mit denen die Tonlücke im Ohr des Patienten ersetzt wird durch Verstärkung geeigneter Obertöne. Es wird also nicht wie beim alten Hörrohr der ganze Klang der Sprache verstärkt aufs Ohr geleitet, sondern gewissermaßen eine individuell angepaßte akustische Brille aufgesetzt. So steht zu hoffen, daß durch eine Vertiefung der theoretischen Durchforschung der physiologischen und physikalischen Voraussetzungen auf diesem Gebiet in absehbarer Zeit Abhilfe für manche Formen der Schwerhörigkeit gefunden wird.

I. Farbenblindheit

Ein erheblicher Hundertsatz aller Menschen leidet an angeborener Farbenuntüchtigkeit. Nur grobe Störungen, die Farben*blindheit* wird leicht erkannt. Viele Farbenschwache ahnen trotz der heutigen Verkehrsverhältnisse in den Städten — optische Zeichen! — gar nichts von ihrem Defekt. Es wäre von der größten Bedeutung, diese Menschen schon *frühzeitig, vor der Berufswahl*, als solche zu erkennen und von Berufen zurückzuhalten, in denen sie wegen ihres Mangels eine Gefahr für ihre Mitmenschen werden können. Bisher werden solche Leute meist erst nach erfolgter Ausbildung im Berufe — z. B. als Lokomotivführer! — untersucht und erkannt. Die Untersuchung auf Farbentüchtigkeit erfordert heute noch viel Zeit, da jeder einzelne aufs genaueste durchgeprüft werden muß. Die bewährten Methoden müßten so umgeformt werden, daß sie zu Massenuntersuchungen geeignet sind. Der Schularzt schon sollte die Prüfung vornehmen können. Dieses Problem ist also sozial wichtig. Gleichzeitig kann die Arbeit von der Vererbungswissenschaft benutzt werden.

K. Das Kropfproblem

Vergrößerungen der Schilddrüse kommen auffällig gehäuft meist in Gebirgsgegenden vor. Von dort sind einige praktische Erhebungen über die Häufigkeit der Erscheinungen bekannt. Jetzt wird behauptet,

daß auch in bisher verschont gebliebenen Gegenden der Kropf häufiger werde. Sehr erwünscht wäre es daher, wenn von seiten der Länder die Bevölkerung daraufhin durchuntersucht und somit klare Tatsachen geschaffen würden. Vielleicht stellt sich dabei heraus, daß das ganze Rheingebiet befallen ist, und daß in anderen Gegenden die heutigen Verkehrsverhältnisse ein sporadisches Auftreten des Kropfes nur begünstigt haben. Auch über die physiologischen Schwankungen der Drüse (Jahreszeit, Lebensalter) wissen wir noch wenig. Diese Erkenntnisse sind aber notwendig, nur auf ihnen kann sich eine unschädliche Kropfprophylaxe aufbauen (Basedow). Eine solche versuchen zur Zeit die Schweiz und andere Gegenden mit der Darreichung kleiner Mengen von Jod. Das ist aber eine nicht ungefährliche Maßnahme. Jod ist ein Arzneimittel und sollte nicht unnötigerweise außerhalb ärztlicher Kontrolle erreichbar sein.

Mit dem endemischen Kropf tritt die kretinoide Degeneration endemisch auf. Die Frage ist von großer Wichtigkeit für die Volksgesundheit. Denn hier lassen sich mit größter Wahrscheinlichkeit die richtigen vorbeugenden Maßnahmen finden.

Die hier nötigen Untersuchungen greifen auch auf die Frage des Grundumsatzes (Abschnitt D) über.

L. Tuberkulose

Hier steckt wohl das wichtigste Problem zur Hebung der Volksgesundheit.

Der Kampf gegen diese verbreitetste Volksseuche greift aber weit über das Gebiet der medizinischen Wissenschaft hinaus. Der Bekämpfung der Wohnungsnot, die Hebung der Ernährung, die Pflege eines gesunden, nicht übertreibenden Sports gehört hierher. Die Maßnahmen mindern die Gefahr und Häufigkeit der Infektion und erhöhen die Widerstandsfähigkeit des Körpers. Weitere Aufgaben erwachsen der ärztlichen Tätigkeit. Dazu gehört der Aufbau der Heilstättenbehandlung und dann die unmittelbare Erzeugung einer Immunität. Das Problem der Tuberkulosebekämpfung und Tuberkuloseheilung liegt hier. Es ist bearbeitbar. Auch vielerlei andere Einzelfragen harren hier noch der Lösung.

M. Krebsgeschwulste

Manche bösartige Geschwulste lassen sich künstlich erzeugen. Auch außerhalb des Tierkörpers können heute Gewebe weitergezüchtet wer-

den. Beide Methoden müssen aufs genaueste durchgearbeitet und benutzt werden, um weiter in die Biologie des Krebses einzudringen. Wir kennen viele einzelne Beobachtungen, das einigende Band des Verstehens fehlt noch. Aber man darf hier nicht nachlassen und muß jeder einzelnen Beobachtung weiter nachgehen.

N. Postsyphilitische Krankheiten

Die sogenannten „postsyphilitischen" Krankheiten Tabes und Paralyse dezimieren einen Teil unseres Volkes. Mehr und mehr hat man erkannt, daß sie der Behandlung mit Quecksilber und Salvarsan widerstehen. Die Behandlung mit Malaria und Rekurrensinjektion ist nur ein kümmerlicher Ersatz. Will man zu einer wirklichen Therapie gelangen, so wären die Gründe festzustellen, aus denen eine kräftige Quecksilber- und Salvarsanwirkung bei diesen Krankheiten nicht zustande kommt.

Zunächst wäre das Verhalten der Spirochäten pathologisch-anatomisch und immunisatorisch festzustellen. Im Anschluß daran weitere Schaffung rationell begründeter chemischer Stoffe. Ausprobieren dieser Mittel auf medizinischen Kliniken und psychiatrischen Kliniken. Genaues Studium der Form der Verbreitung und Entstehung von Tabes und Paralyse kann auf einen Weg führen.

O. Aufzucht, Mast und Milchproduktion

Wissenschaftliche Ergebnisse lassen sich aus praktischen Erfahrungen ableiten, und umgekehrt lassen sich wissenschaftliche Ergebnisse so gestalten, daß sich daraus eine Anwendung für das praktische Leben ergibt. Namentlich der letztere Gesichtspunkt ist im Interesse der Wissenschaft selbst nicht aus dem Auge zu lassen. Medizin, Volksgesundheit, Volkswirtschaft können aus biologischen Arbeiten wesentlich befruchtet werden.

Es wäre daher lebhaft zu begrüßen, wenn nochmals landwirtschaftliche Laboratorien einige Fragen in Angriff nähmen, die schon aus volkswirtschaftlichen wie politischen Gründen für Deutschlands Zukunft die größte Bedeutung haben. Dahin gehört die Aufzucht, Mast und Milchproduktion.

Für alle diese Dinge bestehen empirische Regeln und auch Anleitungen, die sich auf ältere Versuche von Keller u. a. stützen, aber vom heutigen Standpunkt der Ernährungsphysiologie nicht recht stichhaltig erscheinen.

Wir besitzen jetzt die methodischen Mittel, um diese Fragen exakt zu lösen. Auch die menschliche Physiologie würde daraus wissenschaftlichen Nutzen und Anregung schöpfen können.

P. Arbeitsprobleme

Von größter praktischer und wissenschaftlicher Bedeutung ist die Erforschung des Menschen als Kraftmaschine. Gewiß hat man dieser Frage schon lange eine gewisse Aufmerksamkeit zugewandt, aber doch nie systematisch auf eine Lösung der dabei sich ergebenden Probleme hingewirkt. Und doch treten uns im praktischen Leben überall Fragen dieser Art entgegen.

Der Ingenieur lernt seine Maschine und ihre Leistungen kennen; nur den Menschen als Arbeitsmaschine kennt er nicht genau; die Leibesübungen werden empirisch betrieben und ausgedacht, ohne eigentliche wissenschaftliche Grundlage; der intelligente Fabrikbesitzer rafft sich gelegentlich zum Taylorsystem auf, ohne eine Garantie, daß er seinen eigenen Interessen und denen des Arbeiters gerecht wird. Man spricht von der Arbeit der Jugendlichen und Kinder ohne sichere Grundlage für die Unschädlichkeitsgrenze gewerblicher Tätigkeit.

Für Studien auf diesem Gebiet ist das Kaiser-Wilhelm-Institut für Arbeitsphysiologie, Berlin, eingerichtet worden, mit dem Ziel, die Erforschung der Muskeltätigkeit im weitesten Sinne zu fördern. Im Verlaufe weniger Jahre ist ein erheblicher Teil der notwendigsten Untersuchungen abgeschlossen worden. Wirkung des Trainings, optimale Leistungen für alle möglichen jetzt bekannten Arbeitsformen, Variationen der Arbeitsgeräte, und was sonst dazugehört, sind einer Prüfung unterzogen worden und haben zu gesetzmäßig gesicherten Vorstellungen über die Arbeitsweise unserer Muskulatur geführt, sie lassen die Art des Zusammenspiels verschiedener Muskelgruppen, die Verteilung auf statische und dynamische Arbeit erweisen. Auch hier sind die Ergebnisse in solcher Form gebracht worden, daß die Industrie unmittelbaren Nutzen ziehen kann. Die Muskelarbeit ist ein Lebensvorgang, der den erheblichsten Anteil an unserem gesamten Nahrungsumsatz nimmt und damit Rückwirkungen auf die verschiedensten Organgruppen des Körpers äußert.

9. Denkschrift über Eiweißkonstitution und Eiweißstoffwechsel

Das angeregte Thema soll in zwei Lagern bearbeitet werden, einem chemischen und einem physiologischen.

Im chemischen Lager werden die strukturchemischen Arbeiten fortgesetzt, die Kossel und Emil Fischer auf eine sichere Basis gebracht haben. Danach steht fest, daß das Eiweiß im Rohbau aus einem oder wahrscheinlich wohl aus vielen Peptiden besteht.

1. Welche Bausteine im ganzen beteiligt sind, ist qualitativ ziemlich klargestellt worden, in quantitativer Hinsicht jedoch bestehen noch große Lücken in unseren Kenntnissen. Fischers Methode der Aufarbeitung des Hydrolysats war am Ende ihrer Leistungsfähigkeit; sie ist heute durch einige Modifikationen verbessert worden. Unsere deutsche Technik gibt uns indes durch neuartige organische Lösungsmittel, durch selektiv festhaftende Farbstoffe, sowie durch die neuen Hochvakuumpumpen Mittel in die Hand, die durchprobiert werden müssen und wohl erhoffen lassen, daß wir wieder weiterkommen. Damit würde der deutschen Wissenschaft ein Gebiet gerettet werden, das sie geschaffen, das aber in den letzten Jahren durch einige amerikanische und englische Veröffentlichungen ihr zu entgleiten drohte.

2. Eine zweite wichtige Frage ist die, in welcher Reihenfolge die Eiweißbausteine untereinander angeordnet sind. Fischer hatte gedacht die Frage dadurch zu lösen, daß er künstliche Peptide herstellt und sie dann mit natürlichen identifiziert, die er bei der partiellen Hydrolyse zu gewinnen hoffte. Die Methode gestattet nur Zufallstreffer. Deshalb wissen wir darüber immer noch nur sehr wenig. Fischer selbst und Kossel haben bereits andere Wege gewiesen; sie knüpfen gewissermaßen an das Ende einer Peptidkette charakteristische Gruppen an, die auch bei der Hydrolyse am Baustein haften bleiben und dadurch anzeigen, daß dieser am Ende der Kette stand. Sie sind nur selten und schrittweise beschritten worden. Der Gedanke ist aber gut. Versuche sind im Gange, ihn nach den verschiedenen Richtungen hin auszubauen und so zu gestalten, daß der Weg systematisch ausgebaut zum Ziele führt.

3. Sind in den größeren Bruchstücken des Eiweißes nur Peptidbindungen vorhanden? Fischer selbst hat diese Einseitigkeit im Aufbau abgelehnt, er hat aber keine Mittel an der Hand gehabt, mit Sicherheit andere Bindungen zu beweisen. Heute werden an mehreren Stellen in Modellversuchen andere Möglichkeiten studiert, um dann auch im nativen Eiweiß danach zu suchen; es besteht insofern Aussicht auf Erfolg, weil wir, ausgerüstet mit den Kenntnissen des Modellversuchs, solche Bindungen heute im Eiweiß festlegen können, so daß sie hydrolysebeständig werden.

4. Die gleichen Methoden gestatten dann auch die Frage zu lösen, ob und wie die einzelnen kürzeren Peptidketten miteinander verbunden sind.

5. Einzelne Bausteine besitzen besondere reaktive Gruppen, an denen sie leicht erkenntlich sind. Es sind Methoden ersonnen worden, um sie damit auch quantitativ zu bestimmen. Eine dieser Methoden ist hauptsächlich in Amerika ausgebaut worden, wird dort fast alleinig angewandt, führt aber nur zu sehr unsicheren und summarischen Ergebnissen. Es ist wichtig, daß wir die anderen, besseren Erfolge versprechenden deutschen Methoden weiter ausbauen. Von ihnen in erster Linie wird die Physiologie des Eiweißstoffwechsels Nutzen ziehen.

6. Welche Proteine bauen die verschiedenen Organe auf? Welche sind organspezifisch, welche kommen andererseits in vielen Organen wiederholt vor? Wechselt das Mengenverhältnis der letzteren untereinander und zu den spezifischen Proteinen mit dem funktionellen Zustand des Organs? Das sind sehr wichtige Fragen, deren Bearbeitung ganz im Anfang steckengeblieben ist; sie könnte wohl heute wieder aufgenommen werden, ohne daß man auf die alten Methoden allein zurückgreifen müßte.

Einmal sind kolloid-chemische und andere physikalisch-chemische Methoden zu benutzen, es muß versucht werden, ihre bis jetzt noch primitiven Arbeitsweisen auf die Körperstoffe umzuformen. Schon beim Absterben ändert sich der kolloidale Zustand der Proteine des Plasmas. Die serologischen Methoden werden zu ihrer qualitativen Unterscheidung gute Dienste leisten. Aber diese Forschungen allein genügen nicht. Sie sind gewissermaßen nur Vorarbeiten, um an die eigentliche Aufgabe heranzukommen. Wenn wirklich das Eiweiß ein durch Assoziationskräfte zusammengehaltener Komplex von untereinander in physiologischer Beziehung ähnlichen Peptiden ist, so kommt den einzelnen freien reaktionsfähigen Gruppen biologisch die größte Bedeutung zu.

7. Genaueren Einblick hier zu bekommen, ist von grundlegender Bedeutung für unsere Anschauungen vom Stoffwechsel des Eiweißes bei Pflanze und Tier und seine Beeinflussung auch durch die Kunst des Arztes. Im physiologischen Laboratorium werden die genannten Forschungen benutzt, um dem Verhalten des Eiweißes im Stoffwechsel besser als bisher nachzugehen und die Erfahrungen dort dann in der Klinik zu nutzen.

Einmal wird das Schicksal einzelner isolierter Bausteine durch den

Magendarmkanal hindurch, bei der Resorption und jenseits der Darmwand, sein Abbau in der Leber und in anderen Organen verfolgt. Mit den natürlichen Bausteinen wird der Körper überschwemmt, oder sie werden nur einzelnen überlebenden Organen überlassen, oder es wird ihr Schicksal aus demjenigen analoger körperfremder synthetisch bereiteter Bausteine erschlossen. Es gibt sehr viele Möglichkeiten der Untersuchung; jede einzelne kann recht mühsam werden. Manche Arbeit ist schon getan worden; viel bleibt aber noch zu tun, denn wir wissen heute noch fast gar nichts über die Bedeutung, „den Zweck“ der einzelnen Bausteine. Wenn wir sie auch auf ihrem Abbauweg verfolgt haben, sehen wir ein Stück weiter. Die Untersuchungen dieser Art sind bisher fast ausschließlich am Tier und niederen Mikroorganismen durchgeführt worden. Neuerdings hat man sie aber auch auf höhere Pilze und andere Pflanzen ausgedehnt und damit ein vielversprechendes Gebiet erschlossen.

8. Auch manche natürlichen Bausteine werden normalerweise nicht bis zum allerletzten Endprodukt verbrannt; Bruchstücke, denen man ihre Herkunft noch ansieht, bleiben liegen. Eigentümlichkeiten bestehen je nach dem Baustein, dem Organ und der Tierart. Die Untersuchung solcher Extrakte verspricht einen wertvollen Einblick in den Eiweißstoffwechsel und ergänzt in vorzüglicher Weise die unter 7 angeführten Untersuchungsmethoden; sie sind recht mühsam, im einzelnen auch langweilig. Sie erfordern große Erfahrung; denn bevor man das Material ordnen und aus ihm lernen kann, muß es gesammelt werden.

9. Wir wissen wohl, wieviel Eiweiß wir im ganzen verbrauchen; dagegen liegen nur ganz spärliche Arbeiten vor, die unseren Bedarf an den einzelnen Bausteinen zahlenmäßig festzustellen suchen. Solche Angaben zu erhalten, ist aus zweierlei Gründen wichtig; einmal werden wir leichter herausbringen können, wozu der Baustein gebraucht wird, wenn wir wissen, wieviel von ihnen verbraucht wird. Bei manchen Abbaureaktionen kennen wir das Endprodukt. Paßt seine Menge zum Bedarf am Baustein oder wird von diesem mehr als nötig, d. h. dieser sonstwo verbraucht? Und dann tragen diese Untersuchungen auch zum Verständnis von der biologischen Wertigkeit des Proteins bei. Deshalb sind sie auch von ausnehmend praktischer Bedeutung und können für unsere nationale Wirtschaft ganz besonders wichtig werden. Viele Futtermittel sind Abfallstoffe, sie enthalten nicht mehr alle Proteine des Pflanzensamens und sind dadurch bio-

logisch minderwertig geworden. Mit welchem anderen einheimischen Abfallstoff lassen sie sich wieder zu einem hochwertigen Futter ergänzen? Oder auch: welche geringsten Mengen eines ausländischen teuren Futterstoffes gehören dazu, das einheimische Produkt erst richtig verwendbar zu machen? In der menschlichen Ernährung spielen diese Fragen praktisch keine große Rolle. Der Mensch hat meist die Möglichkeit, sich biologisch hochwertiges Eiweiß in genügender Menge zu verschaffen; er tut das auch schon der Schmackhaftigkeit und Abwechslung halber. In der landwirtschaftlichen Praxis aber, vor allem bei der Aufzucht, werden diese Fragen wichtig und können ökonomisch sehr wertvoll werden.

10. Unseren Eiweißverbrauch im ganzen kennen wir beim gesunden Erwachsenen ziemlich genau, weniger für die verschiedenen Altersklassen. Er ist — abgesehen von der Ernährungsweise — recht gleichmäßig. Welche Reguliervorrichtung dies besorgt, ist noch recht wenig klargestellt. Eine systematische Untersuchung des Eiweißbedarfs bei verschiedenen Krankheitszuständen, bei quantitativen Änderungen im Funktionszustand einzelner Organsysteme, bei Funktionsstörungen der innersekretorischen Drüsen und unter dem Einfluß pharmakologisch wirksamer Mittel verspricht Aufschluß. Solche Arbeiten sind schon vor Jahrzehnten unternommen worden, ohne daß etwas dabei herausgekommen wäre. Damals wußte man noch nicht den wahren Bedarf und den Überschuß des Nahrungseiweißes methodisch auseinanderzuhalten. Heute gelingt uns dies. Die Untersuchungen müssen im Stickstoffminimum bei einer bestimmten ganz einseitigen Nahrung wiederholt werden. Dann erst geben sie eindeutige Antwort auf die eingangs gestellte Frage.

11. Wir bilden das Eiweiß unserer Organe uns selbst. Als Baumaterial dienen zum Teil die Bausteine unseres Nahrungseiweißes, andere Bausteine können wir sicher auch selbst, ähnlich den niederen Organismen, bilden. Hierzu wird, ähnlich der Stickstoffdüngung für den Eiweißhaushalt der Pflanzen, auch vom Tierkörper Ammoniak benötigt. Es ist erwiesen, daß Ammoniaksalze innerhalb gewisser Grenzen im Stoffhaushalt so verwendet werden können, daß durch ihren Stickstoffgehalt Stickstoff eingespart wird. Dieser Befund kann weittragende Bedeutung gewinnen, wenn er entsprechend ausgearbeitet und verfolgt wird, was bisher nicht geschah. Der Körper braucht in seiner Nahrung seine gewisse Menge von Eiweiß. Das Eiweiß ist ein teures Nahrungsmittel, weil seine wesentliche

Menge durch Vermittlung des tierischen Körpers in den Organismus des Menschen eingeführt wird. Gelingt es, an dieser notwendigen Eiweißmenge durch synthetisch herzustellende Stoffe auch nur zu sparen, so wäre für die Volksnahrung viel gewonnen.

12. Die bisher genannten Probleme beziehen sich in erster Linie auf die einfachen Proteine. Auch zusammengesetzte Proteine kommen vor und besitzen keine geringe Bedeutung für den Haushalt des Körpers. Der Blutfarbstoff gehört hierzu. Die Arbeiten dieses Gebietes sollen in einem besonderen Rahmen gefördert werden. Die Nukleoproteine des Zellkerns dagegen werden zweckmäßig hier untergebracht. Genaueres über die chemische Zusammensetzung des Zellkernstoffes, ihren physiologischen Auf- und Abbau zu erfahren, ist auch deshalb so wertvoll, weil diese Erfahrungen bei der Behandlung der Gicht von ausschlaggebender Bedeutung sein werden. Bisher wissen wir trotz vieler Mühe recht wenig über diese Krankheit, weil die chemischen und physiologischen Grundlagen fehlen. Ihre Bearbeitung außerhalb klinischer Laboratorien läßt sich nur bei Bereitstellung entsprechender Mittel durchführen, die Methodik ist an und für sich gegeben. Ohne genauere Kenntnisse hier kommt die ganze übrige Eiweißchemie biologisch nicht zu einem guten Ende.

10. Denkschrift über Strahlenkunde

Die Bedeutung der Strahlenkunde für die Medizin ist in den beiden letzten Jahrzehnten in ständigem Zunehmen begriffen. Die großen physikalischen Entdeckungen, insbesondere die Entdeckung der Röntgenstrahlen und der radioaktiven Substanzen, haben hierzu ebenso beigetragen wie die von der Medizin selber herkommende Entwicklung, welche seit Finsen dazu geführt hat, der natürlichen Lichtquelle, der Sonne, eine immer wachsende Bedeutung als Heilfaktor zuzusprechen. In den letzten Jahren ist die Zahl der Arbeiten, die sich mit dem Problem der Strahlenphysik und der Strahlenbiologie befassen, ständig gewachsen. Wenn die erreichten Resultate nicht im Verhältnis zur aufgewendeten Arbeit stehen, so ist der Grund dafür darin zu suchen, daß ein großer Teil der medizinischen Untersucher an die zur Erörterung stehenden Probleme mit unzureichenden theoretischen Kenntnissen herangeht. Die Voraussetzungen für ein erfolgreiches Arbeiten auf dem Gebiet der medizinischen Strahlenkunde, einem Gebiet zwischen Medizin und Physik, sind nur bei verhältnis-

mäßig wenigen gegeben. Wohl handelt es sich besonders bei den wichtigsten Kernfragen um medizinisch-biologische Probleme. Allein die Methoden, mit denen diese Probleme angegangen werden müssen, sind physikalische Methoden. Dieser Tatbestand macht ohne weiteres klar, daß nur durch ein Zusammenarbeiten zwischen Medizin und Physik auf diesem Gebiete Erfolge davongetragen werden können. Wenn in medizinischen Instituten über diese Fragen gearbeitet wird, so müssen die betreffenden Untersucher mit physikalischen Arbeitsmethoden vertraut sein. In einigen strahlentherapeutischen Instituten wird dem dadurch Rechnung getragen, daß neben den medizinischen Assistenten auch ein Fachphysiker angestellt ist. Eine andere Form der Lösung besteht darin, daß den medizinischen Fakultäten oder einer bestimmten Klinik mehr oder weniger selbständige Institute angegliedert sind, die unter der Leitung eines Fachphysikers stehen und denen die weitere Entwicklung der theoretischen Strahlenkunde unter Berücksichtigung der für die Medizin besonders wichtigen Fragestellung obliegt. In diesen Instituten konzentriert sich naturgemäß das Interesse auf die im Zusammenhang mit der Strahlenkunde stehenden physikalischen und technischen Probleme, während strahlenbiologische Fragen in der Regel nicht bearbeitet werden. Eine Reihe wichtiger Arbeiten sind aber auch aus Instituten hervorgegangen — Kliniken und wissenschaftlichen Laboratorien —, die keine unmittelbaren Beziehungen zur Physik haben, in denen aber, soweit es der Gang der Arbeiten erforderte, ad hoc Fühlung mit den an Ort und Stelle vorhandenen physikalischen Instituten gesucht wurde.

Die medizinische Strahlenkunde umfaßt die Kenntnis der Wirkungsweise der Corpuscularstrahlen (α- und β-Strahlen) und der Wellenstrahlen, und zwar des ganzen Gebietes der Wellenlängen vom Ultrarot bis zu den kürzesten γ-Strahlen. Sie hat Beziehungen zu allen Zweigen der Medizin und Biologie, in neuerer Zeit insbesondere auch zur Stoffwechsel- und Vitaminlehre und zur Klimatologie.

Wenn im folgenden ein Überblick über die aktuellen Probleme der medizinischen Strahlenkunde gegeben werden soll, unter besonderer Berücksichtigung der Frage, wie weit dieselben eine Förderung durch die Notgemeinschaft verdienen, und in welcher Weise sie durchgeführt werden könnte, so werden zweckmäßig Röntgenstrahlen und Radium einerseits

und Lichtstrahlen andererseits gesondert besprochen. Dies empfiehlt sich um so mehr, als hier meist auch eine Scheidung der Arbeitsstellen Platz gegriffen hat.

A. Röntgenstrahlen und Radium

a) Röntgen- und Radiumphysik

Auf das Gebiet der Röntgen- und Radiumphysik und Biologie hat sich in den letzten Jahren das Interesse am meisten konzentriert. Konnte man doch die Hoffnung haben, in den neuen Strahlenquellen ein entscheidendes therapeutisches Hilfsmittel insbesondere für die Karzinomtherapie zu besitzen. Leider hat sich diese Hoffnung nur zu einem Teil verwirklicht. Die physikalischen Voraussetzungen für eine rationelle Verwendung der Röntgenstrahlungen und der radioaktiven Substanzen sind heute im wesentlichen gegeben. Es sind, soweit man es gegenwärtig übersehen kann, nur verhältnismäßig wenige physikalische Probleme, die noch der Durcharbeitung bzw. der Lösung harren.

Dosimetrie: In der Methodik der Messung der Strahlenmengen sind in den letzten Jahren bemerkenswerte Fortschritte erzielt worden. Die Auswertung von Radiumpräparaten machte, seitdem ihre Stärke nach Rutherford mit der γ-Strahlenmethode bestimmt wird, keine besonderen Schwierigkeiten. Man konnte deshalb (in Frankreich) sogar den Vorschlag machen, die Intensität der Röntgenstrahlen durch die Aktivität von Radiumpräparaten zu eichen.

Für die Messung der Röntgenstrahlen ist in den letzten Jahren vor allem die ionometrische Methode ausgebaut worden. Unter dem Einfluß der von der Deutschen Röntgengesellschaft eingesetzten Dosimeterkommission sind die Arbeiten zur Ausgestaltung eines für die medizinische Praxis brauchbaren Dosimeterverfahrens im bewußten Zusammenarbeiten der einzelnen in Betracht kommenden Institute in erheblichem Maße gefördert worden. Die für die Einheitsdosimetrie notwendigen Grundlagen sind heute im wesentlichen vorhanden. Auch ist die Konstruktion von transportablen Ionisationsmeßinstrumenten gelungen, mit welchen die Röntgenstrahlendosis nicht nur auf Bruchteile eines Prozents genau gemessen werden, sondern auch von einem Institut auf das andere übertragen werden kann. Es ist zu erwarten, daß auch die im Handel befindlichen

Ionisationsmeßinstrumente, die zum Teil von elektro-medizinischen Firmen konstruiert worden sind, die sich sonst mit der Herstellung feinmechanischer Instrumente weniger beschäftigen, in der Weise verbessert werden, daß sie den Ansprüchen an eine Präzisionsmessung genügen.

Die Durchführung der Einheitsdosismessung mit der Ionisationsmethode ist allerdings auf ein Gebiet verhältnismäßig harter Strahlungen beschränkt, während die Schwierigkeiten, welche sich der Dosismessung weicher Röntgenstrahlen mit Ionisationskammern entgegenstellen, bisher nicht überwunden sind. Neuerdings ist man dazu übergegangen, das Gebiet der in der Oberflächentherapie verwendeten Röntgenstrahlen nach der langwelligen Seite erheblich auszudehnen (die sogenannte „Grenzstrahlentherapie" von Bucky). Sollte die Anwendung überweicher Röntgenstrahlen in der Medizin Bedeutung erlangen, so würde auch die Frage der Dosierung dieser Strahlen die Röntgentechnik vor neue Aufgaben stellen.

Wenig befriedigend sind noch die in der medizinischen Praxis üblichen Verfahren der Qualitätsmessung der Röntgenstrahlen. Die spektrometrische Methode ist zweifellos die beste Methode für die Analyse von Röntgenstrahlungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen. Zum Gebrauch für den praktischen Strahlentherapeuten ist sie jedoch zu kompliziert und die zur Spektrometrie notwendige Apparatur zu kostspielig. Bei dem gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der Spannung und der Qualität der durch sie in einer Röntgenröhre erzeugten Strahlung hat man immer wieder versucht, eine Methode exakter Hochspannungsmessung auszuarbeiten, ohne jedoch bisher zu einem völlig befriedigenden Resultat gelangt zu sein. Hier ist noch eine wichtige Aufgabe der Strahlenphysik zu lösen. In der strahlentherapeutischen Praxis hat sich die Methode der Absorptionsmessung zur Charakterisierung der Röntgenstrahlung nach ihrer qualitativen Seite bewährt.

Nach der von der Dosimeterkommission der Deutschen Röntgengesellschaft durchgeführten Organisation sind in erster Linie die vorhandenen physikalischen Strahleninstitute dazu ausersehen, als Eichinstitute die Übertragung der Röntgeneinheit auf die in ihrem Wirkungsbereich befindlichen Röntgeninstitute zu vermitteln und die von Zeit zu Zeit notwendig werdende Eichkontrolle und Nacheichung vorzunehmen.

Auch die bis vor kurzer Zeit stark kontroversen Fragen der Intensitätsverteilung der Strahlen in der Um-

gebung der Strahlenquelle und im durchstrahlten Körper beginnen sich zu klären. Sowohl für Radiumpräparate verschiedener Form als auch für die Röntgenstrahlen verschiedener Qualität ist die Intensitätsverteilung unter verschiedenen Bedingungen ausgemessen worden, und die noch unlängst einander schroff gegenüberstehenden Ergebnisse gleichen sich mehr und mehr einander an.

Für die Verteilung der Röntgenstrahlen in einem körperlichen Gebilde, deren genaue Kenntnis eine der wichtigsten Voraussetzungen für eine einwandfreie Dosimetrie darstellt, ist neben der Absorption vor allen Dingen die Erscheinung der Streuung der Röntgenstrahlen maßgebend. Ein besonders wichtiges Maß für die Größe der Streuung ist der Betrag der Rückstreuung im Mittelpunkt einer bestrahlten Körperoberfläche unter gegebenen Bedingungen des Abstandes, der Feldgröße und der Strahlenqualität. Auch die zur genauen Bestimmung dieser Größe führenden Messungen, deren einwandfreier Durchführung lange Zeit große technische Schwierigkeiten entgegenstanden, sind im wesentlichen erledigt. Dagegen ist die Bedeutung einer anderen, erst vor einigen Jahren bekanntgewordenen Seite des Vorganges der Streuung, nämlich das als „Compton-Effekt" bezeichnete Weicherwerden der Röntgenstrahlung beim Streuvorgang, in ihrer Bedeutung für die Strahlentherapie und die Strahlenbiologie noch nicht hinreichend bekannt, so daß die Förderung aller dieses Gebiet betreffenden Arbeiten geboten erscheint.

Die physikalischen Vorgänge bei der Strahlenabsorption: Von grundlegender Bedeutung für die Erkenntnis vom Wesen der biologischen Strahlenwirkung ist die Kenntnis der physikalischen Vorgänge bei der Strahlenabsorption. Da diese Frage wegen ihres engen Zusammenhanges mit der Frage der Konstitution der Materie sowie des Gültigkeitsbereiches der Quantentheorie im Brennpunkt des Interesses der allgemeinen Physik steht, so erscheint es nicht notwendig, die Organisation dieser Forschung in das hier zu erörternde Gebiet einzubeziehen. Ein zu diesem Fragenkomplex gehöriges Problem, welches für die Dosimetrie von besonderer Wichtigkeit ist, betrifft den Zusammenhang zwischen dem in Ionisation umgesetzten Anteil der gesamten absorbierten Strahlenenergie und der Wellenlänge der Strahlen. Die Auffassung, daß dieser Anteil von der Wellenlänge abhängig ist, wurde erst durch einige neuere Arbeiten erschüttert. Weitere Arbeiten zu dieser Frage, die sich besonders über

das bisher untersuchte Gebiet weicher Röntgenstrahlen auf härtere Strahlengemische auszudehnen hätten, sind dringend erwünscht.

Strahlenschutz: Ein wichtiges Gebiet betrifft die systematische Untersuchung der für das Arbeiten mit Röntgenstrahlen notwendigen Schutzmaßnahmen. Die zunehmende Härte der in der medizinischen Praxis verwendeten Röntgenstrahlengemische hat dazu geführt, die Vorschriften für die zur Sicherung des Personals und der Patienten notwendigen Schutzmaßnahmen zu verschärfen. Die hierbei zu treffenden Anordnungen basieren auf den Messungen der Durchlässigkeit der als Schutzstoffe verwendeten Materialien für Röntgenstrahlen verschiedener Qualität und in einer Prüfung der in den Handel gebrachten Apparaturen.

Physikalische Grundlagen der Röntgenographie: So groß die Anteilnahme der Physiker an der Schaffung der Grundlagen für eine rationelle Therapie in den letzten Jahren gewesen ist, so bleibt die systematische Durcharbeitung der optimalen Bedingungen für die Röntgendiagnostik ein noch zu lösendes Problem. Ansätze dazu sind gemacht worden. Doch wären weitere Arbeiten, die am besten in einem mit dem Problem der Photographie vertrauten Laboratorium vorgenommen werden müßten, erwünscht.

Radiumtechnik: In der Radiumtechnik hat das Ausland, das sich besonders in den Jahren nach dem Kriege im Besitz ungleich größerer Radiummengen befand wie Deutschland, zweifellos einen Vorsprung. Insbesondere ist die in Amerika und Frankreich ausgearbeitete Methode der Behandlung mit Emanationsröhrchen in Deutschland bisher kaum zur Anwendung gekommen. Zweifellos liegen in der Anwendung von Radiumpräparaten bei der Strahlenbehandlung gewisse Möglichkeiten, die von den Röntgenstrahlen in dieser Weise nicht verwirklicht werden können, so daß eine stärkere Pflege der Therapie mit radioaktiven Substanzen nach den modernen Methoden erwünscht wäre.

b) Röntgen- und Radiumbiologie

Lassen sich die Probleme der Röntgen- und Radiumphysik, soweit sie für die medizinische Strahlenkunde Interesse haben, leicht übersehen und haben sie zu einem guten Teil schon ihre Lösung gefunden, so sind die Fragestellungen, die der Lösung bedürfen, in der Röntgen- und Radiumbiologie um so zahlreicher. Fast alle grundsätzlichen Fragen der Strahlenwirkung sind heute noch kontrovers. Und doch

ist ihre Klärung im Interesse der Durchführung einer rationellen Strahlentherapie dringend erwünscht.

Ursache der Strahlenempfindlichkeit: Als gesicherte Grundlage hat die Feststellung der schädigenden Wirkung der Strahlen — Radium- und Röntgenstrahlen, Alpha- und Betastrahlen — auf die Zelle zu gelten, die von einer je nach der Empfindlichkeit stark schwankenden Dosis abgetötet wird. Aber schon der Begriff „Empfindlichkeit" der Zelle ist durchaus dunkel. Welche Eigenschaften der Zelle bestimmen ihre Empfindlichkeit? Welche Eigentümlichkeiten bewirken ihre großen Schwankungen? Während die früheren — morphologischen — Untersuchungen ihr Hauptaugenmerk auf den Zellkern richteten, wurde in wichtigen neueren Arbeiten die Bedeutung der Einwirkung der Strahlen auf das Protoplasma hervorgehoben. Noch verheißungsvoller sind die Arbeiten, welche sich das Studium der Einwirkung der Strahlen auf die Zellmembran und auf die Zellwanddurchlässigkeit zum Ziel gesetzt haben. Sie führen zu dem Problem der Strahlenwirkung auf die Erscheinungen an Grenzflächen überhaupt und gewinnen dadurch ihre grundsätzliche Bedeutung. Einwirkungen auf das Protoplasma und auf die Zellgrenzflächen bilden die Voraussetzungen für eine Beeinflussung der Zellfunktion. Die Untersuchungen der Einwirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf Zell- und Organfunktion, die vielfach erheblichen methodischen Schwierigkeiten begegnen, sind dennoch von großer theoretischer und möglicherweise auch praktischer Bedeutung. Ist die Funktionshemmung oft nur eine besondere Manifestierung der Zellschädigung durch die Strahlen und als solche verständlich, so bietet die durch einige experimentelle Ergebnisse nahegelegte Möglichkeit einer Funktionssteigerung von Zellen und Organen als Bestrahlungsfolge ein um so größeres Interesse. Aber gerade die Möglichkeit des Vorkommens gesteigerter Funktion und gesteigerten Wachstums nach Röntgenbestrahlung ist durchaus nicht anerkannt. Weitere systematische Untersuchungen über das funktionelle Verhalten von Zellen und Organen unter der Bestrahlung, besonders im Hinblick auf die Möglichkeiten und die Voraussetzungen für das Eintreten einer Steigerung der Organfunktion, wäre von Wichtigkeit.

Allgemeinwirkung: Soll der Mechanismus der Strahlenwirkung auf pathologische Gewebe seine Erklärung finden, so ist es durchaus zweifelhaft, wie weit neben unmittelbar schädigender

Wirkung der Strahlen auf die Zellen auch eine Allgemeinwirkung der Strahlen eine Rolle spielt. Sicher ist, daß die Allgemeinwirkung, die in ihren stärkeren Graden den „Röntgenkater" bedingt und in ihren stärksten Auswirkungen zur Röntgenkachecie führt, bis vor kurzer Zeit in ihrer Bedeutung vollständig unterschätzt wurde. Die strahlenbiologische Forschung der letzten Jahre hat sich zu einem guten Teil mit einer Analyse der Allgemeinwirkungen der Röntgenstrahlen befaßt und eine Reihe wichtiger Einzeltatsachen beigebracht. Einwirkungen auf den Gesamtstoffwechsel, auf die aktuelle Reaktion der Körpersäfte, auf die physikalisch-chemischen und serologischen Eigenschaften und die Formelemente des Blutes sowie auf das autonome System sind in extenso beschrieben worden. Es fehlt neben der kritischen Sichtung und Erweiterung der Resultate noch an der systematischen Zusammenfassung und Verknüpfung der Einzeltatsachen, so wie z. B. für die Jonenverschiebung im Blute ein verheißungsvoller Anfang durch Kroetz gemacht worden ist.

Die Kontroverse über die Bedeutung der örtlichen und der Allgemeinwirkung der Strahlen spitzt sich besonders zu bei der Frage nach dem Mechanismus, durch welchen maligne Tumoren günstig beeinflußt werden. Die außerordentlich große praktische Bedeutung ihrer Beantwortung für die zweckmäßigste Methode der Strahlenapplikation und Dosierung macht eine weitere Verfolgung dieser Fragen besonders wichtig.

Methodik der Dosierung: Überhaupt ist zu sagen, daß wir hinsichtlich der Anpassung der Dosierung an die biologischen Eigentümlichkeiten des zu behandelnden Falles noch durchaus in den Anfängen stehen. Wenn auch die Zeiten vorüber sind, in denen „bestrahlen" soviel hieß wie die Haut bis zu ihrer Toleranzgrenze zu belasten, und die primitive Form der Bestrahlung einer je nach der Natur des zu bestrahlenden Leidens abgestuften Dosierung Platz gemacht hat, so sind wir doch weit davon entfernt, bei der Behandlung der malignen Tumoren mit einiger Sicherheit sagen zu können, ob wir mit unserer Methode der Bestrahlung optimale Verhältnisse für ihre Wirkungsmöglichkeit schaffen. Die Fragen, welchen Einfluß die absolute Größe der Dosis, ihre zeitliche Verteilung, die Intensität der Röntgenstrahlen, die Schonung oder Mitbestrahlung der Umgebung, die Größe der Pausen oder die Nachbestrahlung vor dem Abklingen der Nachwirkungen der voraufgehenden Bestrahlung (Saturationsmethode) auf die Bestrahlungsreaktion

haben, können nur an großen Reihenversuchen erforscht werden, wobei Tierexperimente in großem Umfange heranzuziehen sind.

Wirkung verschiedener Strahlenqualitäten: Ein Problem, dessen Lösung besonders dringlich erscheint und an dem an verschiedenen Stellen gearbeitet wird, ist die Frage nach der *biologischen Wertigkeit verschiedener Strahlenqualitäten.* Sind die Röntgenstrahlen verschiedener Härte biologisch gleichwertig und bewirken gleiche physikalisch gemessene Dosen die gleiche biologische Reaktion? Gibt es, abgesehen von den durch die Unterschiede in der Absorption bedingten Verschiedenheiten, in der räumlichen Intensitätsverteilung noch andere Momente, welche die verschiedene biologische Reaktion auf Röntgen- und Radiumstrahlen hervorrufen? Wie verhalten sich hierbei verschiedene biologische Objekte? Wie weit läßt sich das an einem Objekt für eine bestimmte Reaktion gefundene Verhalten auf andere biologische Reaktionen und andere Objekte übertragen? Für die Betrachtung dieser Fragen ist das ganze technisch verwendete Gebiet der Röntgen- und Radiumstrahlen heranzuziehen und vor allem auch die überweichen Strahlen (unter 12 kV) mit zu berücksichtigen.

Als Prototyp der biologischen Reaktion gilt in der Strahlentherapie die *Reaktion der menschlichen Haut.* Gerade bei ihrer Analyse zeigen sich die Widersprüche in der Auffassung vom Angriffspunkt der Röntgenstrahlenwirkung. Die Frage, ob das durch eine Erweiterung der Kapillaren in der Haut bedingte Erythem eine direkte Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Kapillaren und ihre kontraktilen Elemente zum Ausdruck bringt oder indirekt durch Reizstoffe hervorgerufen wird, die etwa beim Zellzerfall strahlengeschädigter Epidermiszellen entstehen, ist noch unentschieden. Eine Entscheidung im Zusammenhang mit einer Untersuchung der Hautreaktion und ihres Verlaufes bei verschiedenen Strahlenqualitäten wäre von besonderer Wichtigkeit im Hinblick auf die Frage nach der Bedeutung des Erythems als Indikator für die Toleranzfähigkeit der Haut für Röntgenstrahlen.

Röntgenschädigung: Die Bekämpfung der in der therapeutischen Anwendung der Röntgenstrahlen liegenden Gefahren geschieht am wirksamsten durch den Ausbau der Dosimetrie. Doch ist auch mit anderen Gefahren zu rechnen als denen, die durch eine direkte Gewebsschädigung hervorgebracht sind. Insbesondere ist es die Frage nach der Möglichkeit einer *Schädigung der Nach-*

kommenschaft als Folge therapeutischer Röntgenbestrahlungen, welche das allergrößte Interesse beansprucht. Wenn hier auch letzten Endes die Entscheidung nur durch die am Menschen selber gemachten Erfahrungen fallen wird, so ist daneben doch auch anzustreben, durch umfassende Tierversuche weitere Gesichtspunkte für die Beurteilung des ganzen Fragenkomplexes zu gewinnen.

B. Lichtstrahlen

Die Aufgaben, welche der Forschung auf dem Gebiete der Anwendung der Lichtstrahlen in der Medizin und ihrer theoretischen Begründung gestellt sind, haben nur dann Aussicht, wirksam gefördert zu werden, wenn ihre Lösung in engster Fühlungnahme mit der Photochemie und der Physik in Angriff genommen wird. Die der physiologischen und pathologischen Lichtwirkung zugrunde liegenden Vorgänge sind letzten Endes photochemische Reaktionen. Die Gesetze der Photochemie beherrschen auch die Photobiologie. Die moderne Entwicklung der Photochemie, die durch die Quantentheorie so starke Anregung erfahren hat, ist in der Lichtbiologie noch viel zu wenig berücksichtigt. Wie fruchtbringend ihre Berücksichtigung und eine einwandfreie physiologische Methodik für photobiologische Probleme ist, zeigen die Ergebnisse von O. Warburg bei der Untersuchung des Wesens der Kohlenhydrat-Synthese in der Pflanze.

Die der Physik zufallenden Aufgaben in dem Gebiet der medizinischen Lichtstrahlenkunde sind ganz ähnliche wie in der Röntgenbiologie. Wenn die physikalischen Methoden der Messung der Lichtintensität, der qualitativen Analyse von Lichtstrahlen und der Messung der Lichtabsorption auch weitgehend ausgearbeitet sind, so sind diese Methoden doch vielfach den speziellen Fragen der Lichtbiologie nicht genügend angepaßt. Die Institute für Strahlenforschung haben sich leider bisher ausschließlich auf das Gebiet der Röntgenstrahlen beschränkt. Hier wäre eine Berücksichtigung der sehr wichtigen und dankbaren Fragen, welche die Lichtbiologie stellt, zu erstreben.

Lichtmessung: Obgleich schon eine ganze Reihe von Meßverfahren für die applizierte Lichtdosis vorhanden ist, so fehlt es doch noch immer an einem praktisch brauchbaren Lichtdosimeter, dessen Empfindlichkeitsbereich im Spektrum ähnlich gelegen ist wie das Wellenlängengebiet, für welches die menschliche Haut biologisch empfindlich ist. Ob ein solches Dosimeter mit Hilfe der von Dorno für seine Messungen herangezogenen Cadmiumzelle konstruierbar sein

wird, muß die Zukunft lehren. Gehen wir von der in dem Bunsen-Roskoeschen Gesetz niedergelegten Erkenntnis aus, wonach nur die absorbierte Strahlenenergie photochemisch wirksam sein kann, so hat als Voraussetzung für ein tieferes Eindringen in die Zusammenhänge bei der biologischen Lichtwirkung eine genauere Kenntnis der Absorption der Zelle und ihrer Bestandteile für Licht verschiedener Wellenlängen, und vor allen Dingen für ultraviolettes Licht, zu gelten. Die hierüber vorhandenen Kenntnisse sind noch sehr lückenhaft.

Wirksamkeit verschiedener Strahlenqualitäten: Die Absorption der obersten Hautschichten bestimmt aber auch die Eindringungstiefe des Lichtes und damit ihre Wirkungsmöglichkeit nach der Tiefe. Sonne in Kopenhagen hat durch seine Untersuchungen über die Verteilung der von den Strahlen mitgeführten Wärmeenergie gezeigt, wie weitgehend allein die Intensitätsverteilung nach der Tiefe die biologische Wirkung von Licht verschiedener Farbe bestimmt. Die Frage nach der biologischen Wertigkeit von Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen ist ja von viel größerer Bedeutung als die gleiche Fragestellung bei den Röntgenstrahlen, da die Wertigkeitsunterschiede verschiedener Spektralgebiete beim sichtbaren und ultravioletten Licht sehr viel größere sind als bei den Röntgenstrahlen. Haben wir doch im Gebiete der Lichtstrahlen dicht nebeneinander Wellenlängenbereiche, die von höchster Wirksamkeit oder völlig unwirksam sind. Im speziellen verdient die Frage, welche Wellenlängengebiete für die Erythembildung in der Haut in Betracht kommen, dringend weiterer Bearbeitung, da über sie bisher nur die Arbeit von Haußer und Vahle existiert. Die Frage nach der Einwirkung des Lichtes auf den Gesamtstoffwechsel ist ebenfalls bisher nur an Tieren genauer untersucht, während es an Stoffwechseluntersuchungen beim Menschen noch mangelt.

Vitamine: Die Untersuchung der Beziehungen des Lichtes zum Stoffwechsel hat in den letzten Jahren besondere Anregung erfahren durch die Erkennung der günstigen Wirkung von ultraviolettem Licht bei Rachitis und durch die im Anschluß daran festgestellte Beeinflussung der Vitamine durch Lichtstrahlen. Arbeiten über die Substituierbarkeit von Bestrahlung einerseits und Vitaminen andererseits, über den Einfluß der Lichtbestrahlung auf die Nahrung, insbesondere auf die Lipoide, sind nach den ersten grundlegenden Versuchen in Amerika in den letzten Jahren auch in Deutschland an verschiedenen Stellen mit Erfolg in Angriff genommen.

Wesen der Lichtwirkung: Ist durch diese Untersuchungen wenigstens ein Hinweis für die Art der Wirkung der Lichttherapie bei der Rachitis gegeben, so ist damit doch offenbar nur eine Richtung festgelegt, in welcher die Lichtstrahlen ihre Wirksamkeit entfalten können. Gerade das Finseninstitut, in dem die ultraviolette Lichtbehandlung in der Form der Finsenlampe zum ersten Male systematisch angewandt wurde, führt heute die Strahlenwirkung, z. B. bei der chronischen Tuberkulose, allein auf die durch die Bestrahlung hervorgerufene Erwärmung und nicht auf den Gehalt an chemisch wirksamen Strahlen zurück. Diese Fragen bedürfen wegen ihrer großen praktischen Bedeutung für die Art der Anwendung wirksamer Lichtbäder weiterer Klärung. Durchaus noch nicht gelöst ist auch das Problem der Lichtgewöhnung. Die verheißungsvollen Versuche von Perthes, der im Gegensatz zu der bisher herrschenden Auffassung die Lichtgewöhnung als eine Art immunisatorischen Vorgang auffaßt, nicht als eine Folge der Pigmentbildung, müssen unbedingt weiter ausgebaut und nach Möglichkeit im Zusammenhang mit dem Verhalten der Haut nach Röntgenbestrahlungen unter ähnlichen Voraussetzungen verglichen werden.

Klima: Sehr wichtig und umstritten ist die Bedeutung des Lichtes als klimatologischer Faktor. Die hierhergehörigen Fragen können nur in enger Zusammenarbeit mit der Meteorologie und Klimatologie gefördert werden.

Verhältnismäßig gut durchgearbeitet sind die photodynamischen Wirkungen des Lichts, d. h. die Erscheinung der Sensibilisierung biologischer Objekte für an sich indifferentes sichtbares Licht durch fluoreszierende Farbstoffe. Hiermit sind nur die dringendsten Probleme der Lichtbiologie kurz gestreift.

So ungeheuer verbreitet gegenwärtig die Lichtbehandlung der verschiedensten Krankheiten in klinischen Instituten, fast noch mehr in der Praxis ist, so sind Institute, in denen besondere Erfahrungen und eine besondere Schulung in den Forschungsmethoden der Lichtbiologie vorhanden wären, in Deutschland kaum namhaft zu machen. Und doch ist gerade in der Lichtbiologie eine förderliche Weiterarbeit nur bei gründlicher Kenntnis und kritischer Beherrschung physikalischer und photometischer Methoden zu erwarten, wie sie nur in systematischer Arbeit, nicht bei gelegentlicher Inangriffnahme lichtbiologischer Probleme im Zusammenhang mit anderen biologischen Fragestellungen gewonnen wird.

Gerade für die Förderung lichtbiologischer Arbeiten, die sehr aussichtsreich erscheint, ist daher die Konzentration der etwa bereitzustellenden Mittel an wenige Stellen ins Auge zu fassen, bei denen die Mitarbeit physikalischer Fachvertreter (Strahlenforschungsinstitute) sichergestellt und nach Möglichkeit auch Beratung in Fragen der Photochemie vorhanden ist, vor allem aber die Voraussetzungen dafür gegeben sind, daß die Untersuchungen für längere Zeit weitergeführt werden können, damit die gerade für die Lichtbiologie notwendigen methodischen Erfahrungen gesammelt werden können.

11. Denkschrift über angewandte Entomologie

Die angewandte Entomologie beginnt erst jetzt in Deutschland als selbständige Wissenschaft sich zu entwickeln, während sie in den meisten anderen Kulturländern, vor allem in den Vereinigten Staaten Amerikas, schon längst eine hochangesehene Wissenschaft vom Range der Hygiene oder der Medizin darstellt, für die zahlreiche Lehrstühle und Institute existieren und Hunderte von staatlich angestellten Forschern tätig sind. In Deutschland war lange Zeit nur *ein* Spezialzweig der angewandten Entomologie, nämlich die Forstentomologie, gut ausgebildet, während die übrigen Zweige, wie vor allem die überaus wichtige landwirtschaftliche Entomologie (im weiteren Sinne), überhaupt kaum bekannt waren.

Im letzten Dezennium hat sich ein erfreulicher Wandel vollzogen, der durch die im Jahre 1913 gegründete „Deutsche Gesellschaft für angewandte Entomologie" eingeleitet und durch den Weltkrieg vertieft wurde, in dessen Verlauf die großen Lücken in unserem Wissen auf diesem Gebiete aller Welt klar wurden. So erfreulich der Umschwung zu nennen ist, so kann doch *alles bisher Erreichte nur als ein Anfang* angesehen werden. Das Gebiet der angewandten Entomologie ist so groß und vielseitig und ihre Aufgaben zum Teil so schwierig und kompliziert, daß noch weit mehr Mittel und Kräfte mobil gemacht werden müssen, um in absehbarer Zeit größere Erfolge erzielen zu können.

Die angewandte Entomologie umfaßt folgende Gebiete:

A. Schadinsekten

a) Schädlinge unserer Kulturpflanzen (Forst, Obst- und Weinbau, Gemüse und Feldfrüchte usw.);

b) Vorratsschädlinge;
c) Medizinisch-hygienisch schädliche Insekten (Parasiten, Krankheitsüberträger usw.).

B. Nutzinsekten

Bienenzucht und Seidenzucht

Die folgende Darstellung sieht von den Nutzinsekten ab, die ein besonders in sich geschlossenes Gebiet darstellen, und beschränkt sich bei den Schadinsekten lediglich auf die Pflanzenschädlinge, die ja wirtschaftlich im Vordergrund stehen. Auch sei von Einzelheiten abgesehen. Nur die Hauptprobleme sollen in großen Strichen skizziert werden.

Es ergeben sich für die Pflanzenschädlinge vor allem folgende großen Fragen:

1. Erforschung der Ursachen der Massenvermehrungen. Dieselbe kann auf verschiedenen Wegen geschehen:

a) Durch ein genaues Studium der Biocönose der einzelnen Kulturen. Wenn wir die Massenvermehrung als Störung des organischen Gleichgewichts auffassen, so müssen wir zuerst diejenigen Faktoren kennen, die den (labilen) Gleichgewichtszustand bedingen. Wir müssen also zunächst die Zusammensetzung der Biocönose kennenlernen. Diese wird natürlich in den verschiedenen Kulturtypen eine verschiedene sein (z. B. im Mischwald anders als im reinen Wald, im Laubwald anders als im Nadelwald, im Fichtenwald anders als im Kiefernwald, im gleichalterigen anders als im ungleichalterigen, im streuberechten Kiefernwald letzter Bonität anders als im unberechten erster Bonität, in den Wäldern der Ebene anders als in denen des Gebirges usw.). Wir werden demnach zu einer ganzen Reihe verschiedener typischer Biocönosenbilder gelangen. Es wird sehr fruchtbar sein, Vergleiche zwischen diesen zu ziehen. Langsam und mühsam ist der Weg dahin, und zahllose Einzelforschungen werden die Pflastersteine des Weges bilden müssen.

Des weiteren ist zu untersuchen, wie die Mitglieder der Biocönose aufeinander einwirken. Hierher gehört vor allem das Studium der Feinde und Parasiten der Schädlinge. Ein ungemein umfangreiches und schwieriges Gebiet; muß doch jeder einzelne Feind

oder Parasit aufs genaueste bezüglich seiner Lebensgewohnheit, Entwicklung, Generation usw. studiert werden. Ist der Parasit speziell einem einzigen Wirt angepaßt (monophag) oder geht er mehrere Wirte an (polyphag), hat er Zwischenwirte nötig, hat er selbst wieder Parasiten (Hyperparasiten), ist die Zahl der Parasiten z. B. in gemischten Wäldern im allgemeinen größer als in reinen, und warum? Diese und Dutzend andere Fragen tauchen da auf. Als sehr wichtig sind ferner die Veränderungen zu studieren, die die Zusammensetzung der Biocönose durch äußere Einflüsse erleidet, seien es kulturelle Maßnahmen von seiten des Menschen, klimatische Schwankungen oder elementare Katastrophen. Wie wirken diese auf die Schädlinge selbst und wie auf die sie niederhaltenden Faktoren?

b) Durch die historisch-statistisch-klimatologische Forschung. Es gibt eine Reihe schädlicher Insekten — und es sind gerade die gefährlichsten —, in deren Gradation (d. h. Aufsteigen über die Normalzahl und wieder Absteigen zu derselben) ein gewisser Rhythmus zu erkennen ist: auf Ruheperioden folgen Perioden erhöhter Vermehrung, und zwar häufig in gleicher Weise über weite geographische Gebiete. Wie kommen diese rhythmischen Störungen zustande? Sind sie kosmisch bedingt oder sind sie auf meteorologische Einflüsse zurückzuführen und wirken sich diese lokal verschieden aus? Gibt es besondere prädestinierte Orte, in denen die Störung schneller erfolgt als in anderen? In alle diese und noch viele andere damit zusammenhängende Fragen kann durch die historisch-statistische Methode einiges Licht gebracht werden. Über ein je größeres Gebiet und über einen je größeren Zeitraum sich die Erhebungen erstrecken, mit desto größerer Wahrscheinlichkeit lassen sich aus den festgestellten Tatsachen Gesetzmäßigkeiten ablesen.

c) Mit Hilfe des biologisch-physiologischen Experiments. Die Zusammenhänge zwischen Klima und Gradation, die Veränderungen der Biocönose durch äußere Einflüsse, die die biocönotische und statistische Forschung uns kennen gelehrt haben, können durch die physiologische Forschung in ihren tieferen Ursachen unserem Verständnis erschlossen werden. Die Statistik ergibt z. B. die Tatsache, daß dieses oder jenes Insekt dann zur Massenvermehrung kommt, wenn ein oder zwei heiße, trockene Sommer vorangegangen sind; über die Gründe hierfür sagt sie uns nichts. Diese können verschiedener Art sein; z. B. eine geringere Vernichtungsziffer durch Ausfall von Krankheiten oder aber ein durch die höheren Tempe-

raturen bewirktes beschleunigtes Wachstum und dadurch bedingte Vermehrung der Generationen. Das physiologisch-biologische Experiment wird darüber Aufklärung bringen können. Es wird uns zeigen können, ob und welche Entwicklungsstadien durch erhöhte Temperaturen beeinflußbar sind und in welchem Maße dadurch die Gradation gefördert wird usw.

So kann durch die Physiologie die Statistik bestätigt werden bzw. ihr Leben verliehen werden. Die physiologische Forschung wird auch imstande sein, uns zu erklären, warum z. B. in gewissen Höhenlagen dieses oder jenes Insekt seine Gefährlichkeit verliert; denn sie kann die Bedingungen, in denen überhaupt Gradation möglich ist, wissenschaftlich erfassen und begrenzen. Auch manche Frage über die Verschiedenheit der biocönotischen Bilder, von denen oben die Rede war, kann durch die Physiologie erhellt werden.

Nicht nur die Entwicklungs- und Ernährungsphysiologie kommt für unsere Zwecke in Betracht, auch die Sinnesphysiologie kann zum Gegenstand der Forschung werden, indem sie uns z. B. zu erklären sucht, wie die sekundären Insekten einzelne kränkliche Pflanzen unter Tausenden von gesunden herausfinden bzw. von welchem Stoff der für das Geruchsorgan adäquate Reiz ausgeht.

So sehen wir das physiologisch-biologische Experiment überall eine wesentliche, grundlegende Rolle einnehmen, wo es sich um die Erklärung von Kausalzusammenhängen handelt. Es sei nicht unterlassen, hier zu betonen, daß bei der physiologischen Forschung der angewandte Entomologe vielfach mit dem Pflanzenphysiologen zusammen zu arbeiten haben wird bzw. die pathologische Pflanzenphysiologie berücksichtigen muß, wenn seine Arbeit vollen Erfolg haben soll.

Die physiologische Forschung kann auch durch die Anatomie wesentlich unterstützt und gefördert werden, wie z. B. durch die anatomischen Untersuchungen der weiblichen Geschlechtsorgane wertvolle Aufschlüsse über die Fortpflanzungsphysiologie gegeben werden können oder durch anatomisch-histologische Studien die Wirkungen des Parasitismus auf den Wirt, die Ursachen von Infektionskrankheiten der Schädlinge usw. klargestellt werden können.

2. Erforschung der Ursachen des natürlichen Zusammenbruchs einer Massenvermehrung. Die periodisch auftretenden Massenvermehrungen brechen nach kürzerer oder längerer Zeit meist von selbst zusammen. Wodurch ist dieses natürliche Ende bedingt? Durch klimatische Einflüsse oder durch Krank-

heiten oder Parasiten usw. Ein eingehendes Studium jedes Einzelfalles würde von großem Wert sein, vor allem auch für

3. die Wege der Bekämpfung. Man kann mit Hilfe der den natürlichen Zusammenbruch verursachenden Faktoren die Massenvermehrung schon eher beenden oder vielleicht schon im Keime ersticken: „Biologische Bekämpfung"? Eine Frage von der allergrößten wirtschaftlichen Bedeutung, die aber langwierige Einzelforschungen voraussetzt. Handelt es sich um Krankheiten, so ist zunächst deren Erreger festzustellen und dann zu versuchen, ob und wie dieser etwa zu künstlicher Hervorrufung dieser Krankheiten verwandt werden kann. Bei den so häufig auftretenden Polyeder-Krankheiten, deren Erreger erst jetzt tatsächlich festgestellt zu sein scheint, sind die Meinungen hierüber noch vollkommen geteilt.

Handelt es sich um Parasiten, so müssen diese zunächst in ihrer Lebensweise genauestens erforscht werden (ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit, ihre Bedeutung für das Wirtsinsekt usw. s. oben). Es müssen dann weiter Versuche angestellt werden, welche der Parasiten sich etwa für eine künstliche Zucht zum Aussetzen eignen würden. In dieser Beziehung sind erst in allerletzter Zeit in Deutschland Forschungen angestellt worden, und zwar von Hase und seinen Schülern. Es ist diesen gelungen, durch Aussetzen der im Laboratorium massenweise gezüchteten Schlupfwespe Trichogramma (wohl das winzigste Insekt, das überhaupt existiert) Kohlschädlinge wirksam zu bekämpfen. Dieser erste Erfolg ermutigt zu weiteren Versuchen in dieser Richtung gegen verschiedene andere forst- und landwirtschaftliche Schädlinge.

Auch die Rolle der Ameisen im Haushalt der Natur ist erst noch gründlich zu studieren. Es wurde in den letzten Jahren von forstlichen Praktikern die Behauptung aufgestellt, daß durch künstliche Vermehrung der roten Waldameisen Insektenkatastrophen in Wäldern völlig vermieden werden können, was von anderer Seite entschieden bezweifelt und bestritten wird.

Endlich gehört auch noch die Frage nach dem tatsächlichen Anteil der Vogelwelt in das Gebiet der „biologischen Bekämpfung". Nirgends ist mehr mit Schlagworten gearbeitet worden als auf dem Gebiet des Vogelschutzes. Nirgends sind auch die Meinungen geteilter. Während auf der einen Seite die Ansicht besteht, durch intensivsten Vogelschutz alle Massenvermehrungen unterdrücken zu können, schätzt man auf der anderen Seite den Anteil der Vogel-

welt an der Niederhaltung der Schädlinge sehr gering ein. Das Problem ist erst in allerjüngster Zeit mit wissenschaftlichen Methoden in Angriff genommen worden von Dr. A. Freiherr von Vietinghoff, und es wäre zu wünschen, daß dieses Studium noch mehr ausgedehnt würde auf verschiedene Waldtypen, auf verschiedene geographische Bezirke usw.

Was die „chemische Bekämpfung" betrifft, so hat diese in den letzten fünf Jahren bedeutend Fortschritte gemacht. Doch stehen wir auch in dieser Beziehung erst am Anfang. Wir sind noch nicht viel aus dem Stadium gröbster Empirie herausgekommen. Über die Art der Wirkung der verschiedenen Insektengifte auf den tierischen Organismus wissen wir noch sehr wenig. Ja, von manchen Giften wissen wir noch nicht einmal, ob sie als Kontakt- oder als Magengifte wirken. Auch darüber, welche Dosen für die einzelnen Schädlinge tödlich wirken, ferner wie sich die einzelnen Stadien der Insekten (junge, halberwachsene, erwachsene Raupen usw.) gegen die Gifte verhalten, wissen wir noch fast gar nichts.

Von großer Wichtigkeit wäre es auch, gute Methoden zur chemischen Bekämpfung der Bodeninsekten ausfindig zu machen, um diesen zum Teil sehr schlimmen Schädlingen beikommen zu können. Hier müßte die chemische Industrie mit den angewandten Entomologen zusammen arbeiten. Eine Unterstützung in dieser Richtung etwa durch Anstellung einer besonderen Arbeitskraft an einem der Schädlingsinstitute wäre sehr empfehlenswert.

Selbstverständlich sind in erster Linie die Forschungen von in Deutschland auftretenden Schädlingen zu unterstützen. Doch sollten wir uns auch nicht dem Studium ausländischer Großschädlinge verschließen (z. B. Heuschrecken, Baumwollschädlinge, Blattschneiderameisen usw.). Einmal können wir auch aus deren Studium viel lernen bezüglich der Erscheinung der Massenvermehrung im allgemeinen, ihrer Ursachen und auch bezüglich der Bekämpfungsmethoden. Und sodann kann es dem betreffenden angewandten Entomologen für seine ganze Denkungsart und Arbeitsweise nur nützen, wenn sein Blick erweitert wird. Es sind also Forschungsreisen zum Studium ausländischer Großschädlinge nicht prinzipiell von der Hand zu weisen, sondern im Gegenteil, wenn irgend möglich, zu unterstützen.

12. Denkschrift über Ernährungsphysiologie der Pflanzen

Zur Orientierung sei ein kurzes Wort aus der Feder eines hervorragend praktischen und wissenschaftlich bewährten Fachmannes vorausgesetzt.

1. Die deutsche wissenschaftliche Forschung ist infolge des Krieges und seiner Nachwirkungen auf verschiedenen Gebieten nicht schnell genug fortgeschritten. Dies gilt insbesondere auch für das Problem der Pflanzenernährung.
2. Die Theorie der Pflanzenernährung bedarf eines schnellen und umfassenden Ausbaues, um eine Reihe von empirisch gefundenen Tatsachen, die wirtschaftlich von großer Bedeutung sind, genügend erklären zu können. Ohne eine solche Erklärung kann eine sichere und umfassende Basis für den Ausbau der praktischen Pflanzenernährung nicht geschaffen werden. Daß dies geschieht, ist die Voraussetzung für die höchste und zweckmäßigste Ausnutzung unserer Nährflächen und für die Verbesserung unserer wirtschaftlichen Stellung in der Welt.
3. Die angewandten Wissenschaften werden nicht in der Lage sein, einen Ausbau der Theorie der Pflanzenernährung in so umfassender Weise vorzunehmen, wie es für die Grundwissenschaften möglich ist. Aus diesem Grunde empfiehlt sich eine von rein theoretischen Grundlagen ausgehende Bearbeitung der Probleme der Pflanzenernährung. Hierbei hätten in erster Linie mitzuwirken die Pflanzenphysiologen, die physikalischen Chemiker sowie die physiologischen Chemiker.
4. Zum Belege für die hier vertretene Anschauung mag beispielsweise angeführt werden, daß bis heute theoretisch nicht oder nicht genügend erklärt werden kann, warum bestimmte Pflanzen besser gedeihen, wenn ihnen die Nährstoffe in einer bestimmten chemischen Bindungsform gegeben werden, und warum sie schlechter gedeihen, wenn die optimale Bindungsform eines Nährstoffes durch eine andere chemische Bindungsform ersetzt wird. Es kann weiter nicht erklärt werden, warum Mischungen zweier verschiedener Bindungsformen eines Nährstoffes vielfach ein besonderes Gedeihen hervorrufen als das Vorhandensein der optimalen Bindungsform allein. Völlig unklar ist auch bis heute, warum ein Teil der Pflanzen eine schwachalkalische, ein anderer Teil von Pflanzen eine schwachsaure Reaktion des Standortes bzw. der Nährlösung für bestes Gedeihen voraussetzt. Bei Kulturpflanzen sind durch die oben angeführten Verschiedenheiten Ertragsunterschiede, die maximal bis zu 20% gehen, bedingt. Die Aufklärung dieser Verhältnisse wird daher große wirtschaftliche Bedeutung gewinnen können.

Die theoretische Ernährungsphysiologie der Pflanzen hat bekanntlich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts der praktischen Landwirtschaft einen Dienst geleistet, der nicht hoch genug eingeschätzt werden kann, indem sie durch Kulturversuche festgestellt hat, welche chemischen Elemente die grüne Pflanze zu ihrer Ernährung braucht. Erst durch diese fundamentalen Entdeckungen wurde es möglich, die Landwirtschaft auf rationelle Grundlagen zu stellen und durch

hochwertige Düngung den Kulturböden weitaus größere Ernten als bis dahin zu entlocken. Die praktische Verwertung dieser Entdeckungen hat in überraschend kurzer Zeit die Ernteerträgnisse der Kulturländer zu früher für unmöglich gehaltenen Höhen emporschnellen lassen und dadurch den jährlichen Ertrag auch der deutschen Landwirtschaft ganz gewaltig gehoben. Und noch immer ist der Gipfelpunkt dieser erfreulichen Entwicklung längst nicht erreicht, wie der Verlauf der Ertragskurve deutlich zeigt.

Noch immer zehrt die praktische Landwirtschaft von jenen oben erwähnten Entdeckungen, welche die Pflanzenphysiologie vor allem deutschen Forschern verdankt; ja, man darf wohl ohne wesentliche Übertreibung sagen, daß, abgesehen von Einzelheiten, zu jenen grundlegenden Entdeckungen wenig neue Kenntnisse auf dem Gebiet der Lehre von der Nährstoffaufnahme der grünen Pflanze aus dem Boden hinzugekommen sind. Es fehlte eben zunächst an wesentlichen neuen Gesichtspunkten für weitere erfolgreiche theoretische Forschung hauptsächlich deshalb, weil solche sich erst durch praktische Verwertung der gewonnenen Einsichten im Laufe der Zeit ergeben konnten. Zunächst hatte die Landwirtschaft ja alle Hände voll zu tun, die Folgen aus den neu entdeckten Tatsachen zu ziehen und sich auf neue Grundlagen einzustellen. So ist in den letzten Jahrzehnten das wissenschaftliche Interesse der botanischen Forschung an denjenigen pflanzenphysiologischen Problemen, die sich auf die Beziehungen zwischen grüner Pflanze und Nährsalzen des Bodens beziehen, in fast allen Kulturländern merklich zurückgegangen, Nordamerika vielleicht ausgenommen, wo noch mancherlei Fortschritte erzielt worden sind.

Inzwischen hat aber die Landwirtschaft neue Erfahrungen gesammelt, die der Pflanzenphysiologie wieder Ansporn zu regerer Tätigkeit auf diesem Gebiet geben müssen. Sie hat beobachtet, daß die Ernteerträgnisse nicht nur davon abhängen, daß man den Kulturpflanzen die für ihre Ernährung unbedingt erforderlichen Nährelemente gibt, sondern auch davon, in welcher Form und Kombination man sie bietet, ferner, wie dadurch die Reaktion des Bodens verändert wird, ja, daß die Ernteerträgnisse unter Umständen durch geringe Mengen nicht unbedingt nötiger Stoffe, sogenannter Reizstoffe oder Stimulantien, weiter sehr gefördert werden können. Es zeigte sich also mehr und mehr, daß die Größe der Ernten nicht nur von der Menge der gebotenen, unbedingt nötigen Nährsalze abhängt, sondern im hohen Maße auch von einer großen Reihe weiterer Be-

dingungen, die es zu erfassen und in ihrer Wirkungsweise und Bedeutung zu erkennen gilt. Das aber geht nicht ohne die theoretische Wissenschaft; denn das gesamte Rüstzeug der letzteren ist erforderlich, um diesen methodisch nicht leichten Aufgaben gewachsen zu sein. So ist der Augenblick gekommen, wo die Pflanzenphysiologie erneut der Landwirtschaft zu helfen hat. Es ist Sache der deutschen Wissenschaft, sich dieser Sachlage bewußt zu werden, die Pflanzenphysiologie entsprechend einzustellen und alle Anstrengungen zu machen, daß wir nicht hinter andern Ländern zurückbleiben. Es ist nicht zu verkennen, daß zumal Nordamerika einen Vorsprung erreicht hat dank den gewaltigen Mitteln, die dort für solche Untersuchungen ausgeworfen werden.

Es ist somit eine dankenswerte Aufgabe der dafür zuständigen Organisationen, die Mittel zur Verfügung zu stellen, die zur Neubelebung der Forschung auf diesem physiologischen Gebiet in Deutschland unbedingt notwendig sind, um Fortschritte zu erzielen. Weder fehlt es solcher künftigen Forschung an fruchtbaren Gesichtspunkten noch an leistungsfähigen Methoden. In letzterer Hinsicht genügt es, auf die großen Fortschritte der physikalischen Chemie hinzuweisen; sie hat uns z. B. in den elektrischen Bestimmungsmethoden der Leitungsfähigkeit von Lösungen und der Wasserstoffionenkonzentration äußerst wertvolle Hilfsmittel in die Hand gegeben, die auch noch nicht annähernd hinreichend pflanzenphysiologisch ausgenutzt sind. Und was die Fragestellungen und Gesichtspunkte für die Forschung betrifft, so ergeben sich aus den Erfahrungen der Landwirtschaft deren so viele, daß man sie schon nach ihrem Wichtigkeitsgrade ordnen und alsdann eine beschränkte Auswahl treffen muß, um sich hinreichend vertiefen zu können. Jedenfalls läßt sich so viel sagen, daß mehrere botanische Institute Arbeit für Jahre in dieser Richtung finden würden, mehr vielleicht, als zur Zeit von geschulten Kräften übernommen werden kann, obwohl es auch an solchen in Deutschland nicht fehlt.

Besonders dringlich scheint uns die Beantwortung der folgenden Fragen zu sein:

A. Inwiefern unterscheiden sich die verschiedenen Kulturpflanzen in den Ansprüchen, die sie an die Form, Menge und Kombination der Nährstoffe (Nährsalze, Stickstoffquellen) stellen? — Worauf beruhen diese spezifischen Unterschiede?

B. Wie beeinflussen verschiedene Bedingungen den Nährwert der Nährstoffe, gemessen an der Entwicklung der Pflanzen und an den Ernteerträgnissen? — Worauf beruht der Einfluß wechselnder Bedingungen auf den Nährwert der Nährstoffe? Und zwar:

1. Außenbedingungen.

1a. Unbelebte Außenwelt:

1a. a) Physikalische Bedingungen, Wärme, Licht usw.

1a. b) Chemische Bedingungen:

α) Verschiedene Jonenkombinationen, z. B. Einfluß des Kaliums und Kalziums, des Eisens und Magnesiums usw.

β) H-Jonen-Konzentration.

γ) Stimulantien, und zwar vorübergehende Reizwirkung, z. B. auf die Keimung oder dauernde Reizwirkung. — Sind Nährstoffe z. T. auch Stimulantien?

δ) Bodenabsorption und Jonenaustausch mit dem Boden. Inwieweit lassen sich Ergebnisse von Nährlösungsversuchen auf die Verhältnisse im Erdboden, Sand übertragen?

1b. Belebte Außenwelt:

1b. a) Einfluß von Artgenossen (Bodenmüdigkeit).

1b. b) Einfluß von andern grünen Pflanzen.

1b. c) Einfluß der Mikroflora und Mikrofauna des Bodens. Impfung des Bodens mit Mikroorganismen usw.

2. Innenbedingungen, z. B. Beeinflussung verschiedener Entwicklungsstadien derselben Pflanze. — Einfluß vorübergehenden Mangels oder Überflusses an Nährstoffen.

C. Weitere Erforschung der Lehre von den Wirkungsgesetzen der einzelnen Wachstumsfaktoren mit dem Ziel, den Düngerbedarf eines Bodens vorherzusagen. — Grenzen der Gültigkeit des Minimumgesetzes.

Was nun die Aussichten für eine erfolgreiche Förderung der aufgeworfenen Probleme betrifft, so glauben wir, daß die Methodik zur Zeit sich sicherlich genügend exakt dafür wird ausbilden lassen. Freilich verfügt keines der deutschen botanischen Institute über die mannigfaltigen, unbedingt erforderlichen Hilfsmittel in ausreichendem Maße. Hier eben hätte die Notgemeinschaft einzusetzen. Erforderlich sind vor allem Apparate aus Quarz und Glas von genügender Größe zur Destillation und Aufbewahrung von Wasser, Kulturgefäße für Nährlösungen, Sand, Böden; reine Präparate der erforderlichen Chemikalien; Indikatoren, Apparate zur Messung der H-Jonen-Konzentration und Leitfähigkeit von Lösungen, Apparate zur Mikroanalyse, Durchlüftungsapparate. Ferner sind entsprechend eingerichtete Kulturhäuser ein notwendiges Erfordernis, desgleichen aus Glas gebaute Thermostaten zur Züchtung von Pflanzen bei bekannter Temperatur und Beleuchtung, elektrische Heizvorrichtungen für solche Thermostaten, um die Verunreinigung der Luft mit Gas zu verhindern usw.

Methodisch können die Pflanzenphysiologen bei der Einrichtung ihrer Institute von den Agrikulturchemikern sehr viel lernen, da diese in vielen praktischen Dingen weit voraus sind. Es wäre deshalb dringend erwünscht, wenn Gelegenheit geboten werden könnte, die entsprechenden Stationen und Institute der Hauptkulturländer der Erde, außer Deutschlands vor allem Nordamerikas und Rußlands, kennenzulernen. In Nordamerika hat sich ein viel engeres und darum fruchtbareres Zusammenarbeiten von Pflanzenphysiologen und Agrikulturchemikern herausgebildet als bei uns; hat doch dort jede landwirtschaftliche Versuchsstation ihren eigenen Pflanzenphysiologen.

Erfolgreiche Arbeit setzt natürlich in allererster Linie Kräfte mit entsprechender Schulung voraus, die Interesse für solche Fragen haben. In dieser Hinsicht kann man zuversichtlich sein. Es sind unter den jetzigen Pflanzenphysiologen solche vorhanden, die sich für diese Arbeitsrichtungen eignen und gewiß auch gern bereit sind, sofort mit der Arbeit zu beginnen.

Sehr erwünscht wäre es, wenn für die Institute, die mit diesen Aufgaben betraut werden, auch Zeitschriften gehalten würden, welche in Deutschland nur schwer oder gar nicht zu erhalten sind, damit sie bei den Arbeiten gleich zur Hand sind. Wir nennen nur das Journal of agricultural research, den Phytopathologist oder die Soil science, die in Deutschland nur in wenigen Exemplaren vor-

handen sind, oder die wertvollen Berichte der nordamerikanischen Versuchsstationen, welche z. T. bei uns überhaupt nicht erhältlich sind. Schließlich wäre es im Interesse eines flotten Fortganges der Arbeiten dringend zu wünschen, daß Mittel für die Heranziehung wissenschaftlicher Mitarbeiter zur Verfügung gestellt würden.

IV. Auswahl aus den neueren Denkschriften

13. Denkschrift über landwirtschaftliche Forschungen

Prof. Dr. Erwin Baur, Prof. Dr. Mangold, Prof. Dr. Neuberg

Wir sehen unsere Aufgabe nicht etwa darin, hier ein umfassendes Arbeitsprogramm aufzustellen, sondern darin, auf Lücken hinzuweisen, die heute in Deutschland auf diesem Gebiet erkennbar sind und wo Gefahr besteht, daß wir vom Ausland überflügelt und damit auch wirtschaftlich geschädigt werden.

Da eine Hebung der Produktion einmal dadurch erzielbar ist, daß die Leistungsfähigkeit der Kulturpflanzen und Haustiere auf dem Wege der Züchtung gesteigert werden kann, und andererseits dadurch, daß man für den Anbau der Pflanzen, ihre Düngung und Pflege und ebenso für die Haltung und Fütterung der Tiere nur die besten Methoden anwendet, ergibt sich ohne weiteres, daß auch die wissenschaftliche Arbeit gefördert werden muß, einerseits auf dem Gebiete der Pflanzen- und Tierzüchtung und andererseits auf dem Gebiete des Acker- und Pflanzenbaues und der Tierhaltung und -ernährung.

1. Pflanzenzüchtung.

Auf dem Gesamtgebiete der Pflanzenzüchtung ist Deutschland wissenschaftlich sehr stark ins Hintertreffen geraten, weil es sowohl an Spezialinstituten für Genetik wie auch an modern ausgestalteten Instituten für Pflanzenzüchtung vollständig fehlt, im Gegensatz zu anderen Ländern, wie Amerika, wo mehr als hundert von solchen Instituten bereits vorhanden sind. Ein wesentlicher Schritt vorwärts ist in neuester Zeit dadurch getan worden, daß durch die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft nunmehr ein Institut für Züchtungsforschung errichtet worden ist. Aber es ist trotzdem notwendig, daß Einzelarbeiten auf dem wissenschaftlichen Gebiet an verschiedenen dazu geeigneten Instituten durch Geldbeihilfen gefördert werden.

Diese Geldbeihilfen müßten Verwendung finden teils als Forschungsstipendium, teils durch Bereitstellung besonderer Versuchsmittel.

Im einzelnen ist notwendig, daß für die Züchtung von Obst und Weinreben besondere Einrichtungen geschaffen werden und daß Mittel verfügbar gemacht werden für die Einstellung eines hierfür besonders gut vorgebildeten Forschers.

Weiterhin ist noch notwendig, daß in Deutschland zum Zwecke der Kombinationszüchtung ein großes Sortiment von Wildformen und Primitivformen und Kulturpflanzen zusammengebracht wird. Die einzige Stelle, die heute über ein genügend ausgestattetes Sortiment verfügt, ist das Vavilowsche Institut in Leningrad, und dieses Institut ist aus begreiflichen Gründen sehr zurückhaltend mit der Abgabe von wertvollem Material. Um für Deutschland ein ausreichendes Sortiment zusammenzubringen, müßten Forschungsreisen, vor allen Dingen nach West- und Mittelasien und Südamerika, veranstaltet werden.

Es erscheint ferner notwendig, auch den Tabakbau durch besondere züchterische Maßnahmen zu fördern.

2. Tierzüchtung.

Da es bereits eine Reihe von gut eingerichteten Instituten für Tierzüchtung in Deutschland gibt, muß in erster Linie eine Anzahl von Instituten für Spezialfragen neu errichtet werden. Reif zur Lösung scheint vor allen Dingen heute die Frage eines Institutes für Geflügelzucht. Da Deutschland noch immer für ungefähr eine halbe Milliarde Mark Eier importiert, die es bei einigermaßen rationeller Arbeit selbst produzieren könnte, handelt es sich hier um eine Aufgabe von großer wirtschaftlicher Bedeutung.

Ein weiteres solches Teilgebiet, das in Deutschland noch gar nicht bearbeitet ist, ist die Züchtung unserer Nutzteichfische.

Für die großen Haussäugetiere dagegen dürfte es sich empfehlen, den bestehenden Tierzuchtinstituten Mittel zur Durchführung bestimmter Versuche zur Verfügung zu stellen.

3. Acker- und Pflanzenbau.

Deutschland ist auf diesem Gebiete besonders dadurch sehr stark gehemmt, daß die bestehenden Hochschulinstitute für landwirtschaft-

liche Maschinenkunde keine Möglichkeit haben, selbst neue Konstruktionen auszuführen und sie auf genügend großen Versuchsflächen auszuproben.

Weiter ist dringend notwendig die Errichtung von besonderen Versuchsanstalten auf dem Gebiete der Feldberegnung, und zwar vor allen Dingen der Großberegnung.

Drittens fehlt es an Arbeitsmöglichkeiten auf dem Gebiete der Pflanzenernährungslehre, die vielmehr mit der Pflanzenphysiologie einerseits und mit der landwirtschaftlichen Praxis zusammenarbeiten müßte, als es heute in den agrikulturchemischen Instituten der Fall ist.

Viertens fehlt es noch immer an ausreichenden Arbeitsmöglichkeiten zum Studium der Pflanzenkrankheiten, vor allem der Getreideroste.

Bis zur Errichtung eines besonderen Forschungsinstitutes für Acker- und Pflanzenbau müßten Einzelarbeiten, die heute zum Teil unter recht schwierigen Verhältnissen in einzelnen Instituten durchgeführt werden, durch Beihilfen gefördert werden.

4. Tierhaltung und Tierernährung.

Auf dem Gebiete der Tierernährung ist die deutsche landwirtschaftliche Forschung zur Zeit außerordentlich gehemmt, weil für großzügige Bearbeitung der brennenden und aussichtsvollen Probleme meist nur unzureichende Institute, Mittel und Hilfskräfte vorhanden sind. Dies steht in offensichtlichem Gegensatze zu der für jedermann klarliegenden Bedeutung der Tierernährung für die landwirtschaftliche Praxis und die Volksernährung und Volkswirtschaft.

Im Vordergrunde dieser Probleme ist zu nennen:

a) Eiweiß und Eiweißersatz.

Noch immer nicht gelöst ist die Frage, wie weit es möglich ist, den Eiweißbedarf der Haussäugetiere wenigstens teilweise durch Fütterung der billig herstellbaren organischen Stickstoffverbindungen zu ersetzen. Besonders für die Wiederkäuer besteht eine gewisse Aussicht, eine solche Fütterung mit „Amiden“ nutzbar zu machen, teils als Reiz für die Milchproduktion, teils dadurch, daß die Bakterien, Hefepilze und andere Mikroorganismen des Wiederkäuermagens und -darmes als Verwerter dieser Stickstoffverbindungen in Betracht

kommen, so daß das von ihnen aufgebaute Mikroorganismeneiweiß zur Eiweißquelle für den Wiederkäuer wird.

Hier fehlt es völlig an systematischen Versuchen über den Eiweißaufbau jener Mikroorganismen aus Amiden, an Versuchen der Züchtung der hierfür geeigneten, wie der Bakterien des Wiederkäuermagens und Anreicherung derselben als Eiweißquelle.

Diese bakteriologischen Untersuchungen müßten Hand in Hand gehen mit ausgedehnten Fütterungsreihen an Wiederkäuern, wobei zugleich die geeignetste Zusammensetzung des übrigen Futters studiert werden muß.

Die Versuche müssen mit Kontrolle der Ausnutzung und des Stickstoffwechsels kombiniert werden.

Ganz in den Anfängen und noch weit von allgemeiner praktischer Anwendung liegen die Forschungen über die biologische Wertigkeit des Eiweiß. Man weiß heute, daß den meisten pflanzlichen Eiweißstoffen verschiedener Herkunft irgendwelche Eiweißbestandteile (Aminosäuren) fehlen, die dann bei anderen wieder vorhanden sind. Aus umfassenden chemischen Untersuchungen über die jeweils fehlenden bzw. vorhandenen Bausteine würden sich die Kombinationen verschiedener Futtermittel ergeben, die der Landwirt füttern muß, um mit möglichst wenig Gesamteiweißmengen auszukommen. Diese Fütterungsversuche über die Aufwertung nicht vollwertiger Eiweißfuttermittel müßten für die verschiedenen Tierarten bei verschiedenster Zusammensetzung des übrigen Futters sowie für die verschiedenen Produktionsarten, Milchbildung, Fleischansatz, wachsende Tiere, Arbeitstiere, durchgeführt werden.

b) Futtereinheiten.

Als wichtig für die praktische Fütterung gilt die Berechnung des Futters in Futtereinheiten, in Deutschland nach dem Kellnerschen Stärkewert. Amerika, Skandinavien versuchen mit ganz anders berechneten Futtereinheiten zu arbeiten. Nur gründliche deutsche Arbeit kann hier helfen. Die wissenschaftlichen und praktischen Grundlagen auch der Stärkewertberechnung sind außerordentlich schwankend, so daß diese Futtereinheiten nicht für verschiedene Tierarten und verschiedene Produktionen der Tiere einheitlich verwendbar sind. Die Futtereinheiten verführen auch leicht zur Schematisierung. Eine großzügig durchgeführte Ausarbeitung der Normen für den Energiewert, Eiweißbedarf usw. der verschiedenen Tierarten bei verschiedenen Lei-

stungen und bei verschiedenem Grundfutter wird zu allgemein brauchbaren Grundlagen und Vorschriften für die rationelle Tierernährung führen.

c) Rohfaseraufschließung und -ausnutzung.

Dieses auch wieder eminent bedeutungsvolle Problem müßte eine Steigerung der Rohfaseraufschließung durch Heranziehung der erfolgreichen neueren Zelluloseforschungen anstreben, ferner durch Züchtung der besten Rohfaserausnutzer unter den Schafen, Kühen usw., weiter durch systematische Untersuchungen und Züchtung der am besten die Rohfaser aufschließenden Bakterien und Schimmelpilze, durch Anreicherung der Zellulosebakterien im Tierkörper, durch Fütterungsversuche mit entsprechenden Kulturen, durch Fütterungsversuche mit den Zellulose aufschließenden Fermenten niederer Tiere, Versuche, solche Fermente aus Zellulosebakterien zu gewinnen. Weiter wäre die neue mechanische Rohfaseraufschließung ohne Chemikalien heranzuziehen.

Endlich wären Fütterungs- und Ausnutzungsversuche mit den Rohfaserarten verschiedenster Herkunft an allen landwirtschaftlichen Tierarten durchzuführen, um zur rationellen Ausnutzung des billigen Rohfasermaterials zu gelangen. Bei all diesen Untersuchungen muß das Ziel vorschweben, einmal die Ausnutzung des Nährwertes der Rohfaser selbst und zweitens die Aufschließung der Rohfaser, um den wertvollen Inhalt der Pflanzenzellen des Futteres für die Verdauung frei zu machen.

Die Fülle dieser Probleme müßte durch Gemeinschaftsarbeit von Gärungsforschung, chemischer Technologie und Tierernährungsforschung in Angriff genommen werden.

d) Sauerfutterbereitung.

Das allgemein bekannte Problem der restlosen Gewinnung auch ungünstig geernteten oder sonst nicht frisch zu haltenden Futters kann nur durch groß angelegte vergleichende Untersuchungen mit Silos und Futtermaterial der verschiedensten Arten gefördert werden, nicht durch die zur Zeit übliche Kleinarbeit an vielen Einzelstellen.

e) Geflügelernährung.

Hier fehlt es der Landwirtschaft noch völlig an den Grundlagen und herrscht im allgemeinen reine Empire, die durchaus nicht auf

genügend rationeller Basis ruht. Diese durch systematische Fütterungs- und Aufzuchtversuche verschiedenen Geflügels unter Verwertung neuerer wissenschaftlicher Forschungen auf rationelle Grundlage zu stellen, wäre eine volkswirtschaftlich ebenso bedeutungsvolle Aufgabe wie die Geflügelzüchtung.

14. Denkschrift über anthropologische Erforschung der deutschen Bevölkerung

Prof. Dr. Eugen Fischer

Unsere Kenntnisse über die rassenmäßige und erbbiologische Zusammensetzung des deutschen Volkes sind außerordentlich gering, viel kleiner, als man nach den vielen und verbreiteten Schriften, die die letzte Zeit über Rassenfragen gebracht hat, annehmen möchte. Die berühmte Virchowsche Schulkinderuntersuchung erfaßte nur Haar- und Augenfarben, die sich noch dazu im Laufe der Jahre verändern. Die Darstellungen in dem bekannten Werk Günthers, aber auch in Baur-Fischer-Lenz, in Fischer-Schwalbe, in Kraitscheck und anderen gehen letzten Endes auf die von Deniker entworfenen Karten der Rassenmerkmale Europas zurück. Und dieser sagt selber, daß er häufig für einzelne Landesteile nur ganz wenige Angaben über einige Sammlungsschädel oder dergleichen zugrunde legen konnte. Eine einigermaßen sichere Basis schuf nur Otto Ammon für das damalige Großherzogtum Baden.

Das Ausland ist vielfach erheblich besser daran. Am besten untersucht dürfte Schweden sein, aber auch Norwegen, Dänemark, Italien, England, Polen und andere verfügen über gute Forschungsergebnisse oder sind augenblicklich dabei, solche zu schaffen.

Eine großzügige Untersuchung der anthropologischen Verhältnisse Deutschlands ist ein nicht aufzuschiebendes dringendstes Erfordernis. Unsere dürftigen Kenntnisse über die Verteilung der Körpergröße und die noch dürftigeren über die der Schädelform bedeuten wirklich gar nichts, wenn man bedenkt, daß wir über die Verteilung der Gesichts- und Nasenformen, die als Rassenmerkmale eher noch wichtiger sind als jene, keine Ahnung haben. Die Frage, ob es in unserem Volk eine Cro-Magnon-Rasse (Dal- oder fälische Rasse) gibt, ist völlig offen. Die Bevölkerungsverhältnisse Preußens sind dabei noch viel

weniger erforscht wie die süddeutschen. Auf einigen Karten Denikers sind in Europa Preußen und der Balkan als unerforschte Gebiete weiß gelassen.

Die bisherigen Versuche zu solchen Erhebungen sind entweder ungenügend, wie die Virchowsche, die nur Kinder betraf, oder gescheitert, wie die Schwalbesche. Gustav Schwalbe, der Anatom und berühmte Anthropologe in Straßburg, hat 1903 die Bildung einer Kommission angeregt zur anthropologischen Erforschung Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Nach den Vorarbeiten lagen 1907 die Genehmigungen der verschiedensten Behörden, Kriegsministerien, Reichsministerien vor, die Armee und Marine durchzuuntersuchen und ergänzende Erhebungen in Schulen und Krankenhäusern zu machen. Es fehlte dann zunächst an Geld, dann hat der Krieg die ganze Unternehmung vereitelt.

Heute sind unsere Ansichten über die Erreichung desselben, inzwischen noch wichtiger erscheinenden Zieles anders geworden. Wir glauben, der frühere Plan, möglichst viele Männer einer Altersklasse in ganz Deutschland durchzuuntersuchen (Soldaten und Schüler), führt nicht zum Ziel. Die Bevölkerungsmischung in den inzwischen riesig angewachsenen Großstädten und die Fluktuation der Bevölkerung in den Industriegebieten sind so ungeheuer geworden, daß die Zahlenwerte bei der Untersuchung dieser Gebiete die der Gesamtheit erdrücken und jedes Resultat zerstören würden.

Ein wirkliches Bild von der anthropologischen Zusammensetzung Deutschlands gibt nur, soweit ein solches überhaupt noch feststellbar ist, die bodenständige Bevölkerung, das ist also die rein ländliche und diejenige Industrialisierung, die vom Land in das unmittelbar benachbarte nicht zu große Stadtgebiet hin und her wechselt. An der bodenständigen Bevölkerung aber ist mehr zu holen, als eine Statistik etwa an Rekruten erfaßt hätte. Daher geht der neue Plan nicht mehr darauf aus, sozusagen einen Querschnitt, sondern vielmehr viele kleine Längsschnitte durch die Bevölkerung zu legen. Er will nämlich die historischen Quellen mit heranziehen. In Dorfschaften mit alter Bevölkerung wird man mit Hilfe von Kirchenbüchern, Ortsgeschichten usw. die Bevölkerung in ihrem genealogischen und historischen Zusammenhang untersuchen, Männer, Frauen und Kinder, und damit eine wirkliche Anthropologie, nicht anthropologische Einzeldaten an willkürlich bzw. zufällig herausgezogenen Einzelindividuen erhalten. Die ausgezeichnete Bearbeitung der Elbinsel

Finkenwerder von Scheidt und Wriede ist für diese neue Richtung vorbildlich.

Noch in einer zweiten Richtung wird man dabei über die alten Pläne hinausgehen. Die neue anthropologische Erhebung begnügt sich nicht damit, nur Angaben zu machen, aus denen dann die Verteilung etwa von Schädelform, Blondheit, Augenfarbe usw. über Deutschland hervorgeht, sie wird vielmehr reiches Material beibringen über die Einflüsse der sozialen Verhältnisse auf die betreffenden Bevölkerungen, sie wird grelles Licht werfen können auf etwaige Degenerationserscheinungen, auf die Verteilung erblicher pathologischer Eigenschaften, auf die Fragen der Inzucht, des Geburtenrückgangs usw., und wird damit nicht nur eine rein wissenschaftlich interessante Arbeit werden, sondern eine praktische, für sanitäre und bevölkerungspolitische Verwaltungs- und Gesetzesfragen unendlich wichtige Quellensammlung. An dem Plan sind also wirklich nicht nur die Anthropologen interessiert, er hat vielmehr Bedeutung für das Volkswohl selbst.

Es wird also vorgeschlagen, durch eingehende anthropologische Untersuchungen möglichst vieler Einzelpunkte, Dörfer, Talschaften, kleine Landbezirke, sozusagen Knotenpunkte eines anthropologischen Netzes zu schaffen, dessen Maschen bald groß, bald klein sein werden, dessen Knoten dann durch mehr statistische und weniger eingehende Erhebungen an Schulen, Krankenhäusern, Sportvereinen usw. verbunden werden können.

Besonders wichtig werden dabei die Fragen sein, wo die Punkte gewählt werden und was anthropologisch erhoben werden soll. *Die Wahl der Punkte* wird sich nach der Art der Bevölkerung, aber auch nach dem Vorhandensein der Arbeitskräfte richten. Ländlich seßhafte Gebiete sind natürlich die ergiebigsten, also z. B. Westfalen, Mecklenburg, Pommern, Schleswig, Friesland, Hessen, Oberbaden, der Schwarzwald, Oberschwaben, Niederfranken, Oberbayern, um nur einige zu nennen. Aber auch einzelne Städte kämen in Betracht.

Die Wahl der Merkmale soll dem einen Forscher überlassen werden, es sei nur grundsätzlich betont, daß die wichtigsten anthropologischen Merkmale, Kopfform, Gesichts- und Nasenform, Körpergröße, Farben, Blutgruppen, dann pathologische Erbmerkmale und psychologische Eigenschaften erhoben werden, dazu, wie oben angedeutet, die gesamte Sozial-Anthropologie. Daß neben Messungen und Erhebungen in ganz großem Maßstab photographisch gearbeitet werden muß, verlangt schon die Tatsache, daß bei der zunehmenden Frei-

zügigkeit und damit Blutmischung des gesamten Volkes bis ins letzte Dorf heutige Photographien in hundert Jahren unersetzliche Urkunden sein werden.

Die Organisation der Erhebung, die hier nur angedeutet werden kann, ist etwa folgendermaßen gedacht. Die interessierten anthropologischen Forscher, deren Zahl sich hoffentlich noch vermehren wird, bilden je eine Zentrale, die eine Interessensphäre hat und bearbeitet. Die letzteren brauchen nur und erst da abgegrenzt zu werden, wo wirklich Arbeit einsetzt. Vorher und einstweilen kann, um ein Beispiel zu nennen, etwa offen bleiben, ob Hessen von Frankfurt oder von Göttingen oder von Berlin aus bearbeitet wird, je nachdem Schüler und Mitarbeiter an der betreffenden Zentrale vorhanden sind. Jeder der genannten Forscher, sie sollen einmal „Chefs" genannt werden, hat seine Mitarbeiter, die unter seiner Leitung an Ort und Stelle die Erhebungen vornehmen. Scheidts Arbeit hat gezeigt, wie wichtig, unersetzlich, aber auch fruchtbringend das ist. Der Chef liest seine Mitarbeiter aus, bildet sie an seinem Institut technisch und theoretisch aus, kontrolliert und fördert an Ort und Stelle und hat schließlich die Verantwortung über die wissenschaftliche Bearbeitung und Veröffentlichung. Unter sich bleiben die Chefs in Fühlung, sie einigen sich erstmals über Meßtechnik und Mindestumfang der Erhebung. Das andere bleibt dem einzelnen überlassen.

Arbeitsberichte gehen jemals an die Notgemeinschaft und ebenso an die anderen Chefs. Die Mitarbeiter, wohl großenteils Volksschullehrer, sollen grundsätzlich keine Bezahlung erhalten, dafür, so weit irgend möglich, an der Publikation beteiligt sein. Das regt Ehrgeiz, Fleiß und Mitarbeit am intensivsten an, wie gerade Scheidt immer wieder erfahren konnte.

Zum Schluß muß noch auf eine andere Tatsache mit aller Entschiedenheit hingewiesen werden. Durch die eben geschilderten Erhebungen sind gewisse andere rein statistische und große Zahlen erfassende Erhebungen nicht überflüssig geworden, sondern bedürfen ihrer dringend als Ergänzung.

Auf kleinere Untersuchungen, etwa an unserer kleinen Wehrmacht, an Sportverbänden usw., zur Ausfüllung der Stichprobenlücken wurde schon hingewiesen. Eine andere Sache aber kann eigentlich nur durch eine systematische Gesamterhebung am ganzen Volk in Angriff genommen werden. Für alle eugenischen Erörterungen oder gar Maßnahmen wäre es von ungeheurer Wichtigkeit, wenn wir einmal wirk-

liche Unterlagen hätten für die Frage nach der Zahl und Verbreitung wenigstens einiger wichtiger pathologischer Erblinien in unserem Volke. Eine große Rundfrage in Krankenhäusern, bei Ärzten, besonders Spezialärzten, könnte wenigstens für eine Anzahl klug ausgewählter Fragen der Erbpathologie Antwort bringen. Noch kein Land hat diesen Versuch überhaupt gemacht.

Das andere Gebiet, das statistische Ergänzungen zu der anthropologischen Erhebung verlangt, ist die Erforschung der prähistorischen Schädelreste. Trotz der willkommenen Arbeiten von Scheidt, Saller u. a. wissen wir über die Zahl der in verschiedensten prähistorischen Museen liegenden Schädel aus unserer deutschen Vorzeit fast nichts. Es müßte eine Erhebung und Registrierung dieses ganzen Fundmaterials erfolgen als Ergänzung und Hintergrund für die rassenkundliche Erforschung der lebenden Bevölkerung.

Die Ausführung der oben geschilderten Erhebungen in großzügiger Weise wäre ein Werk von höchster wissenschaftlicher Bedeutung, aber auch von größtem vaterländischen Interesse, ein Werk, das der riesigen damit verbundenen Arbeit wert wäre und die wirklich nicht als unbescheiden groß zu bezeichnenden Mittel lohnte, ein Werk endlich, um das uns das gesamte Ausland beneiden wird.

15. Denkschrift über Blutgruppenanalyse vom Standpunkt der Serologie

Prof. Dr. Sachs, Heidelberg

Wenn man heute noch bei der Analyse der Blutgruppenmerkmale die serologische Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen in den Mittelpunkt stellt, so geschieht das zweifellos mit Recht. Denn trotz der ausgezeichneten Fundamentierung, die das System der menschlichen Blutgruppen durch die Arbeiten des letzten Jahrzehnts grundsätzlich erfahren hat, bestehen sowohl in bezug auf die Technik und Methodik der Blutgruppenanalyse als auch in bezug auf die sich für praktische Fragen ergebenden Konsequenzen noch mannigfache Lücken, die sich nur durch gründliche serologische Erforschung der einzelnen Faktoren ausfüllen lassen. In der Praxis entstehen noch immer zuweilen Schwierigkeiten dadurch, daß die methodologischen Maßnahmen nicht einheitlich

anerkannt und geübt werden. Auch die Beurteilung der Vererbungsregeln, deren klare Erkenntnis für die Anwendung in der forensischen Medizin eine notwendige Vorbedingung ist, findet daher zuweilen Grenzen, die nicht in der Sache selbst, sondern in Unzulänglichkeiten der Technik und Methodik gelegen sein können. Daß für die klinische Medizin die einwandsfreie Feststellung der Blutgruppe bei der Bluttransfusion eine notwendige Vorbedingung ist, erscheint selbstverständlich; unliebsame Zwischenfälle, die trotz vorheriger Blutgruppenbestimmung bei der Transfusion beschrieben wurden, mahnen in dieser Hinsicht dringend zur Vorsicht.

Abgesehen von der Technik und Methodik und von der Anwendung der Blutgruppenbestimmung für praktische Zwecke sind aber die Blutgruppenmerkmale auch an und für sich in rein biologischer Hinsicht von einem erheblichen Interesse. Die Biochemie der Blutgruppeneigenschaften und deren Verteilung im menschlichen Organismus wie im Tierreich ist weiterer Erforschung bedürftig, und es ist kein Zweifel, daß sich aus einer systematischen Bearbeitung dieser biochemischen Probleme auch weiterhin bemerkenswerte Einblicke in die Zusammensetzung der Organismen und ihrer Bestandteile ergeben werden.

Denn das höhere Ziel serologischer Forschung liegt zweifellos nicht in der an und für sich natürlich äußerst begrüßenswerten Verwendung serologischer Methoden für diagnostische Zwecke, wie sie bei der einfachen statistischen Blutgruppenanalyse zum Ausdruck kommt, sondern in der Möglichkeit, durch serologische Methoden Eigenschaften im Aufbau und der Zusammensetzung der belebten Natur, der Organe und Gewebe zu erkennen. Es handelt sich also hierbei gewissermaßen um ein Teilgebiet der physiologischen Chemie bzw. der Biochemie, ein Teilgebiet, das über die Möglichkeiten dieser Wissenszweige hinausgeht. Es beschränkt sich nicht auf die Anwendung chemischer und physikalischer Methoden zur Analyse, sondern führt die Analyse darüber hinaus und gelangt so zu Ergebnissen, die — wenigstens bisher — durch das Rüstzeug der Chemie und Physik unerreichbar sind.

Gerade in dieser Hinsicht dürfte die Blutgruppenforschung für den Fortschritt naturwissenschaftlich-medizinischer Erkenntnis von Bedeutung sein, und ich glaube daher, die sich derart ergebenden Gesichtspunkte berücksichtigen zu müssen, wenn ich im folgenden

die einzelnen Teilabschnitte eines für die weitere serologische Blutforschung zu entwerfenden Programms anführe.

1. An erster Stelle wird es sich empfehlen, die Technik und Methodik der Blutgruppenbestimmung weiter auszubauen, um zu bestimmten Normen für die einwandfreie Blutgruppendiagnose zu gelangen. Es wird sich dabei darum handeln, die bisher bekannten Verfahren vergleichend zu prüfen und die optimalen Bedingungen zu erproben. Die Abhängigkeit von den Mengenverhältnissen (Blutkörperchen und Serum), von der Temperatur und von mechanischen Eingriffen, wie Zentrifugieren, würde zu prüfen sein, wobei das Augenmerk im Interesse der praktischen Verwertung darauf zu richten wäre, bei exakter Versuchsgestaltung möglichste Einfachheit der Anordnung anzustreben. Technik und Methodik sind die Grundlagen für die praktische Verwertung in der klinischen und gerichtlichen Medizin. In letzterer Hinsicht würde es sich darum handeln, gebrauchsfähige Verfahren für die Blutgruppenbestimmung an Blutflecken zu gewinnen.

Die menschlichen Testsera, die zur Bestimmung der Blutkörperchenmerkmale dienen, haben gewisse Nachteile. Sie weichen in ihrer verklumpenden (agglutinierenden) Fähigkeit individuell sehr voneinander ab und schränken daher den Vergleichswert an verschiedenen Stellen gewonnener Ergebnisse unter Umständen ein. Sie sind zudem häufig in bezug auf ihre Wirksamkeit nicht lange haltbar. Diese Nachteile würden sich für die Technik und Methodik umgehen lassen, wenn es gelänge:

2. gruppenspezifische Antisera zu gewinnen. Das Problem ist für das eine Gruppenmerkmal, das Merkmal A, grundsätzlich und praktisch gelöst. Es gelingt, wie die Untersuchungen von Schliff und Adelsberger und zahlreiche Erfahrungen meines Instituts gezeigt haben, von Kaninchen durch Vorbehandlung mit Hammelblut Immunsera (Antisera) zu erhalten, die menschliche Blutkörperchen nur dann verklumpen, wenn sie das Merkmal A enthalten, also zu den Blutgruppen A und AB gehören. Ein derartiges Hammelblutantiserum entspricht also einem menschlichen Testserum der Blutgruppe B.

Grundsätzlich ist auch die Herstellung gruppenspezifischer Antisera gegenüber dem Blutkörperchenmerkmal B möglich. Jedoch ist der Weg zur praktischen einwandfreien Verwendung derartiger Antisera noch nicht gefunden. Es handelt sich hier um ein Problem,

das dringend der weiteren Bearbeitung bedarf. Würde man nämlich zwei Antisera in Händen haben, die die menschlichen Testsera A und B zu ersetzen geeignet wären, so würde die Technik und Methodik der Blutgruppenbestimmung frei von den oben geschilderten Mängeln sein und würde direkt vergleichbare Werte liefern können. Ich möchte es als ein sowohl in wissenschaftlicher als auch in praktischer Hinsicht erstrebenswertes Ziel bezeichnen, die Herstellung und die Erprobung gruppenspezifischer Immunsera in den Bereich der serologischen Blutgruppenforschung zu ziehen.

3. Erwünscht ist ferner die biochemische Analyse der Blutgruppenmerkmale. Man kann nach dem derzeitigen Stand der Forschung bereits annehmen, daß das Substrat, das die einzelnen Blutgruppeneigenschaften charakterisiert, nicht einheitlicher Natur ist. Es ist aus Teilkomponenten zusammengesetzt, die sich augenscheinlich auch in chemischer Hinsicht in einen eiweißartigen und in einen alkohollöslichen lipoidartigen Anteil spalten lassen. Der Einblick ist vorläufig in die Eigenschaften des Merkmals A ein größerer als in diejenigen des Merkmals B. Es wird Aufgabe der weiteren Forschung sein, die Analyse zu verbreitern und zu vertiefen. Einerseits würde es sich darum handeln, durch chemische und physikalische Methoden die einzelnen Fraktionen in möglichster Isolierung zu gewinnen und sie in getrenntem Zustande in ihrem Verhalten gegenüber gruppenspezifischen Antiseris und gegenüber den menschlichen Testseris zu prüfen.

4. Eng verbunden damit ist das Studium der Verbreitung der Blutgruppeneigenschaften im gesamten Organismus, in den einzelnen Zellen, Geweben und Organen. Es besteht heute kein Zweifel mehr, daß die Blutgruppen nicht auf das Blut beschränkt sind, sondern sich auch im übrigen Organismus weitverbreitet vorfinden. Insbesondere haben die Untersuchungen von Witebsky in meinem Laboratorium gezeigt, daß die alkohollöslichen Teilkomponenten der Blutkörperchenmerkmale weitverbreitet im menschlichen Organismus sind und sich sogar auch in bösartigen Geschwülsten vorfinden. Man kann daher heute vielleicht besser von „Zellgruppen" als von Blutgruppen sprechen. Zugleich haben die vorläufigen Untersuchungen auch gezeigt, daß die Verbreitung keine gleichmäßige ist; so ist z. B. bemerkenswerterweise die Gruppeneigenschaft A nicht oder nur spärlich im Gehirn und in der Placenta, demjenigen Bestandteil, der während der

Schwangerschaft gewissermaßen eine Scheidwand zwischen Mutter und Kind darstellt, nachweisbar. Es dürfte eine interessante Aufgabe sein, die Verbreitung der Blutkörpercheneigenschaften im gesamten menschlichen Organismus weiterzuverfolgen und damit zugleich auch auf etwa vorhandene Gebundenheit des Vorkommens oder Fehlens der Gruppeneigenschaften an krankhafte Veränderungen zu achten.

5. Von allgemeinem naturwissenschaftlichen Interesse ist die Feststellung der Verteilung der Blutgruppenmerkmale im Tierreich (unter Umständen auch im Pflanzenreich). Es ist charakteristisch, daß die menschlichen Gruppeneigenschaften oder jedenfalls Teilkomponenten von ihnen nicht auf das Menschengeschlecht beschränkt sind, sondern sich auch in der übrigen belebten Natur vorfinden. Nach bisherigen Erfahrungen gibt es jedenfalls Tierarten, bei denen, wenn auch nur bei gewissen Individuen, also in gruppenspezifischer Verteilung, mit dem menschlichen Merkmal A identische Eigenschaften aufgefunden worden sind. Es darf als eine dankenswerte Aufgabe betrachtet werden, in größerem Maßstabe im Tierreich die Verteilung dieser menschlichen Gruppenmerkmale zu erforschen.

Daneben erscheint es natürlich auch erstrebenswert, nach besonders differenzierenden Eigenschaften bei verschiedenen Tierarten zu suchen. Die Erkenntnis scharf nachweisbarer besonderer Gruppeneigenschaften im Tierreich könnte zugleich für Fragen der Vererbung, insbesondere der Kopplung von vererbbaren Eigenschaften an die von Gruppenmerkmalen im Tierreich von Bedeutung sein.

6. Die Erforschung der Vererbung der Gruppenmerkmale erfordert nicht nur in wissenschaftlicher, sondern auch in praktischer Hinsicht die volle Aufmerksamkeit. Denn die Vererbung bildet die Grundlage für die Anwendung der Blutgruppenanalyse zur Ermittlung bzw. zum Ausschluß der Elternschaft, insbesondere der Vaterschaft. Nach dem großen vorliegenden Material darf man allgemein annehmen, daß die beiden Blutkörperchenmerkmale A und B in der Tat dominante Eigenschaften sind. Aber in bezug auf die besonderen Vererbungsregeln bzw. auf die Beschaffenheit der Erbanlagen besteht noch keine volle Einigung, seitdem Bernstein ein Erbschema vertreten hat, daß neben den beiden dominanten Erbfaktoren A und B nur noch

einen rezessiven Erbfaktor R annimmt. Der überwiegend größte Teil der bisherigen statistischen Erhebungen entspricht der Bernsteinschen Erbregel. Aber Ausnahmen tauchen immer wieder gelegentlich in der Literatur auf. Man wird geneigt sein, sie auf irrtümliche Blutgruppenbestimmungen zurückzuführen, aber eine umfangreiche statistische Erhebung wäre doch außerordentlich begrüßenswert.

Die Schwierigkeiten einer solchen sind darin gelegen, daß es sich bei denjenigen Kombinationen, die nach Bernstein von der früheren Auffassung abweichen, um Fälle handelt, in denen entweder der eine Elternteil oder das Kind zur Blutgruppe AB gehört. Die Blutgruppe AB kommt aber, wenigstens in Europa, relativ so selten vor, daß es schwer ist, ein hinreichend großes statistisches Material zu erhalten. Ich würde es für einen gangbaren, wenn auch nicht vollständig idealen Weg halten, wenn die geburtshilflichen Kliniken Deutschlands veranlaßt würden, grundsätzlich bei jeder Geburt die Blutgruppe von Mutter und Kind zu bestimmen. Der Weg wäre deswegen nicht ideal, weil die gleichzeitige Prüfung der Väter wegen der damit häufig verbundenen technischen Schwierigkeiten kaum in Betracht kommen würde. Es wäre aber hinreichend, um bei einer Zusammenfassung des derart erhaltenen großen Materials zu entscheiden, ob Ausnahmen von den sich aus der Bernsteinschen Lehre ergebenden Gesetzen bestehen, da man annehmen kann, das durchschnittlich 5% der Menschen der Blutgruppe AB angehören: sie dürften nach Bernstein niemals ein Kind der Gruppe O gebären. Umgekehrt würde sich mit hinreichender Wahrscheinlichkeit eine genügende Anzahl neugeborener Kinder mit AB ergeben, deren Mütter niemals der Blutgruppe O angehören könnten.

Eine derartige Prüfung an den geburtshilflichen Kliniken müßte nach einer vorgeschriebenen Methodik erfolgen, und die einzelnen Anstalten müßten angewiesen sein, in allen denjenigen Fällen, in denen die Untersuchung von Mutter und Kind einen von der Bernsteinschen Regel abweichenden Blutgruppenbefund ergibt, die Blutproben einer einwandfreien serologischen Untersuchungsstelle zur Prüfung zugänglich zu machen.

Es wäre sehr vorteilhaft, wenn sich aus solchen statistischen Erhebungen zuverlässige Grundlagen für die Bewertung der Dienste ergeben würden, die der Serologe als Sachverständiger den Ge-

richten zu leisten hat. Denn die Bernsteinsche Erbformel erweitert eben die Möglichkeiten des Ausschlusses der Elternschaft in denjenigen Fällen, in denen das Kind oder ein Elternteil der Blutgruppe AB angehört.

7. Zu empfehlen sind ferner vergleichende Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Blutgruppenbeschaffenheit und Krankheit bezw. über die Beziehungen von Blutgruppenbeschaffenheit und Immunität bzw. Disposition, wie sie von Hirschfeld in Warschau begonnen worden sind. In dieser Hinsicht läßt sich kaum eine gebundene Marschroute angeben. Es wird im allgemeinen dem einzelnen Forscher überlassen bleiben müssen, nach seinen besonderen Interessen und nach der Verfügbarkeit über ein geeignetes Menschen- bzw. Krankenmaterial zu verfahren.

16. Denkschrift über Tier-Reinzucht für Versuchszwecke

Allgemeine Gesichtspunkte

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Hahn

Wenn man die Bedeutung der Tierreinzucht für die experimentelle Erforschung menschlicher und tierischer Krankheiten richtig verstehen will, so muß man sich ins Gedächtnis zurückrufen, daß für die Entstehung einer Krankheit wesentlich zwei Faktoren in Betracht kommen. Einmal der krankheitserregende Reiz, der chemischer, physikalischer oder belebter Natur sein kann, und andererseits die Reaktion, die der befallene Organismus auf den Reiz äußert. Beide Faktoren suchen wir im Tierexperiment in Quantität und Qualität nachzuahmen und klarzustellen. Die Einflüsse der Umwelt, soweit sie chemischer und physikalischer Natur sind, sind verhältnismäßig leicht zu dosieren, und nur das große Gebiet chronischer Schädigungen dieser Art, wie sie als klimatische oder berufliche Schäden z. B. uns entgegentreten, ist uns einstweilen im Experimente wenig oder gar nicht zugänglich, während wir die akuten Schädigungen durch chemische und physikalische Agentien leichter nachahmen können. Schwieriger gestalten sich schon die Experimente mit belebten Reizen, d. h. mit Infektionserregern oder makroskopischen Parasiten, weil hier auch bei demselben Krankheitserreger die verschiedene Virulenz der Stämme einen variablen Faktor darstellt. Zweifellos aber ist hier in vielen Ex-

perimenten der Einfluß der Zahl der infizierenden Erreger früher nicht genug beachtet worden, ebenso die Eintrittspforte, die man im Experiment für den Erreger gewählt hat, also z. B. die Haut, der Mund, die Lungen, was sich namentlich in neueren Versuchen als sehr wichtig erwiesen hat.

Aber selbst wenn man Quantität und Eintrittspforte beim Infektionsexperiment in Betracht zieht, wird man zu einer richtigen Wertung des Virulenzbegriffes erst dann kommen, wenn auch der andere Faktor des Infektionserfolges, nämlich die Reaktion des Körpers oder, wie wir anstelle dessen sagen können, die Disposition für den betreffenden Infektionserreger klargestellt ist. Daß diese Disposition bei den einzelnen Individuen eine verschiedene ist gegenüber den verschiedenen Reizen, lehrt die tägliche ärztliche Beobachtung: bei gleicher Erkältungsgefahr durch Zug erkranken nicht alle Menschen, die dem ausgesetzt waren, und die Erkrankten zeigen nicht den gleichen Krankheitsverlauf, dieselbe Dosis des gleichen Arzneimittels oder eines Giftes wirkt nicht bei allen Menschen in gleicher Weise, auch wenn man Alter, Gewicht usw. berücksichtigt, nachweislich infizierte Nahrungsmittel haben, in gleicher Menge genossen, bei sog. Fleischvergiftungen durchaus nicht bei allen Personen Krankheitserscheinungen hervorgerufen. Beobachtungen an Menschen und Tieren epidemiologischer und experimenteller Art haben uns gezeigt, daß die Disposition schwanken kann nach Spezies, Rasse und Individuum, daß ihr vererbbare und, namentlich durch Krankheit, erworbene Eigenschaften zugrunde liegen können.

Den Einfluß der Spezies können wir im Tierexperiment durch die Wahl der Tierspezies ohne weiteres ausschalten. Den Einfluß der Rasse hat man früher nur gelegentlich in tierärztlichen Beobachtungen einigermaßen sicher festgestellt, während die epidemiologischen Beobachtungen an verschiedenen Menschenrassen, wie sie z. B. in dem älteren Werke von Hirsch (Med. historische Pathologie) niedergelegt sind, sich vielfach als ungenau erwiesen haben, weil die Umwelteinflüsse auf Menschen und Infektionserreger und die Infektionsmöglichkeit nicht genügend beachtet worden sind. Im Tierexperiment hat man, namentlich in Amerika, erst in neuerer Zeit angefangen, dem Einfluß der Rasse größere Beachtung zu schenken, und nach dem oben Gesagten ist es einleuchtend, wie wichtig für die Klarstellung des Virulenzbegriffes, des Einflusses, den

man dem Infektionsmodus zuschreiben muß, vor allem aber auch für die richtige Bewertung therapeutischer, insbesondere chemotherapeutischer Maßnahmen die Feststellung der Disposition verschiedener Rassen ist.

Das Endziel ärztlichen Forschens auf diesem Gebiet wird immer die Aufklärung der individuellen Disposition sein und damit auch eines Teiles des jetzt soviel umstrittenen Konstitutionsbegriffes. Aber vorangehen muß, wie ohne weiteres einleuchtend ist, die Klarstellung der Rassendisposition.

Die experimentellen Erfahrungen der letzten Jahrzehnte haben uns gezeigt, daß wir in dem Studium der serologischen Reaktionen ein äußerst wertvolles Hilfsmittel vor uns haben nicht nur zur Feststellung der Dispositionen, die nicht nur in den Bakterien vernichtenden Eigenschaften des Serums mit oder ohne Hilfe von Zellen beim normalen Tier zum Ausdruck kommen kann, sondern auch durch die Qualität und Quantität der nach einer natürlichen oder künstlichen Infektion oder Immunisierung auftretenden, gegen die Bakterien oder ihre Gifte gerichteten Antikörper. Hier liegen schon viele Beobachtungen aus der Praxis der Heilserumsgewinnung vor, welche darauf hindeuten, daß Rasseunterschiede in bezug auf die Schnelligkeit des Auftretens und die Quantität der Antikörper von erheblicher Bedeutung sein können, und schon dieser praktische Gesichtspunkt, der für die Wirtschaftlichkeit der Heilserumgewinnung von Bedeutung werden kann, läßt ein Experimentieren mit rein gezüchteten Rassen als sehr wichtig erscheinen.

Die serologische Forschung hat aber weiterhin in den letzten Jahren ergeben, daß die Reaktion des Körpers auf einen infizierenden oder immunisierenden Reiz möglicherweise einen Zusammenhang mit den Blutgruppen des betr. Individuums hat, und es braucht hier nur angedeutet zu werden, welche Wichtigkeit auch hier die Verwendung reiner Tierrassen für das Studium dieser Zusammenhänge besitzt.

Wenn in den obigen Ausführungen von Reizen ganz allgemein gesprochen worden ist, so geschah es namentlich deshalb, um auch die Krebsforschung mit einzubegreifen, wo die Ätiologie noch unklar ist.

Ich füge die Berichte der Referenten über die Teilgebiete der Forschungen (Sachs: Serologie, Neufeld: Tuberkulose, Caspari:

Krebsforschung, Kolle: Chemotherapie) bei, aus denen die Einzelinteressen, welche die Tierreinzüchtung für die verschiedenen Gebiete besitzt, noch klarer hervorgehen werden, wie aus den obigen, mehr allgemein gehaltenen Darlegungen.

Zusammenfassend aber möchte ich bemerken, daß die gesamte medizinische Forschung an Tierversuchen, die mit reinen Linien ausgeführt werden, ein außerordentliches Interesse besitzt, das sich namentlich auf die vererbbaren Eigenschaften, soweit sie für die Krankheitsdisposition nach Rasse und Individuum in Betracht kommen, konzentriert.

Die Bedeutung reiner Stämme von Versuchstieren für die Serologie

Prof. Dr. Sachs

Die Bedeutung, die eine Verfügung über reine Versuchstierstämme für serologische Arbeiten haben würde, ergibt sich ohne weiteres daraus, daß die serologische Reaktionsfähigkeit des einzelnen Organismus, wie heute kaum mehr gezweifelt werden kann, in ausschlaggebender Weise von konstitutionellen Momenten abhängt. Zwar ist die differente Eignung verschiedener Tierindividuen zur Antikörperproduktion schon aus den ersten Anfängen der Gewinnung von Heilserumpräparaten bekannt. Während aber früher die Verschiedenheiten mehr als kasuistische Beobachtungen bewertet und registriert wurden, drängt der gegenwärtige Stand der serologischen Forschung dazu, in diesen Verschiedenheiten der Reaktionsfähigkeit eherne Gesetze der Natur anzunehmen, deren Ausdrucksformen allerdings bisher vielfach als ein Spiel des Zufalls erscheinen.

Vor allem ist es die Blutgruppenforschung, die hier richtungweisend gewirkt hat. Es ist kein Zweifel, daß die Blutgruppenunterscheidung beim Menschen konstitutionell bedingt ist. Die Blutgruppeneigenschaften und die ihnen entsprechenden Gegenstoffe im menschlichen Blutserum stellen konstitutionelle Merkmale dar, die unter dieser Betrachtung deshalb als besonders drastisch erscheinen müssen, weil sie mit experimenteller Sicherheit jeweilig festzustellen sind. Aber darüber hinaus hat sich gerade durch Verwendung der Blutkörperchen verschiedener menschlicher Blutgruppen zur Immunisierung von Kaninchen gezeigt, daß die Fähigkeit des einzelnen Kaninchenorganis-

mus zur Bildung gruppenspezifischer Antikörper eine Funktion konstitutioneller Bedingtheit darstellt. Der Fähigkeit, immunisatorisch gruppenspezifische Antikörper zu bilden, entsprechen zwar die normalen Blutserumeigenschaften. Aber auch sie sind abhängig von konstitutionellen Faktoren, und so kann vorläufig bei dem zur Verfügung stehenden gemischten Tiermaterial nur die reine Empirie entscheiden, welche einzelnen Tierindividuen zur Antikörperbildung befähigt sind.

Zweifellos geht aber die Variabilität in der Antikörperbildung weit über den Sonderfall der Erzeugung blutgruppenspezifischer Antikörper hinaus. Alte Erfahrungen über die Bildung geeigneter präzipitierender Antisera zur gerichtlichen Blutunterscheidung und über die Erzeugung diagnostischer Serumpräparate zur Bakteriendifferenzierung sprechen bereits hierfür. Auf Grund des derzeitigen Standes der Forschung kann man die gegenseitige Relation zwischen Individualität und Antikörperbildungsvermögen auf zwei Gesetzmäßigkeiten zurückführen, die etwa folgendermaßen zu formulieren sind:

A. Das Antikörperbildungsvermögen ist von der Individualität des einzelnen Organismus abhängig.

B. Bei dem Antikörperbildungsvermögen spielt das sogenannte „Prinzip der Konkurrenz der Antigene“ eine wesentliche Rolle. Antigene können zu Immunisierungszwecken niemals isoliert eingeführt werden. Die Antigene, die wir benutzen, stellen vielmehr ein Gemisch von Partialantigenen dar, von denen jedes einzelne als eine biologische Einheit zu bewerten ist. Man immunisiert also mit Antigengemischen. Bei der Immunisierung mit solchen Antigengemischen führen aber die einzelnen Partialantigene nicht in gleicher Weise zur Entstehung von Antikörpern. Das eine Partialantigen kann vielmehr die immunisatorische Funktion eines anderen Partialantigens mehr oder weniger stark unterdrücken. Das ergibt sich aus breiter experimenteller Erfahrung. Der biologische Grundsatz, der diesem Verhalten zugrunde liegt, wird als Konkurrenz der Antigene bezeichnet. Ob nun eine Konkurrenz der Antigene in dem einen oder anderen Sinne erfolgt, hängt wiederum von individuellen Momenten, d. h. von der Individualität des einzelnen Organismus ab.

Folgt man diesen Leitsätzen, die als Ausdruck experimenteller Erfahrung zu gelten haben, so ergibt sich ohne weiteres, wie reizvoll es für den Naturforscher sein muß, Versuche in dieser Richtung an reinen Linien oder reinen Stämmen von Versuchstieren auszuführen und vielleicht sogar darüber hinaus im Zusammenhange damit die

serologische Reaktionsfähigkeit der einzelnen Tierstämme mit der Empfänglichkeit gegenüber Krankheiten, mit dem Verlauf der Infektionskrankheiten und ihrer Beeinflussung zu vergleichen.

Berücksichtigt man aber an erster Stelle die Bedeutung derartiger serologischer Studien an reinen Tierstämmen für praktische Fragen, so ergeben sich folgende bedeutsame Gesichtspunkte:

1. Gewinnung diagnostischer Serumpräparate zur Bakterienunterscheidung und damit zur Seuchenbekämpfung. Es wäre von großem Wert, an verschiedenen reinen Tierstämmen zu erproben, welche Stämme zur Erzielung hochwirksamer diagnostischer Serumpräparate sich am geeignetsten erweisen.

2. Gewinnung von Antiseris zur Eiweißunterscheidung, insbesondere zum gerichtlichen Blutnachweis. Nach den bisherigen Erfahrungen muß ein großes Tiermaterial geopfert werden, um eine verhältnismäßig kleine Ausbeute von gut wirksamen Antiseris zur Blutunterscheidung zu erhalten. Die gute Wirksamkeit bezieht sich dabei sowohl auf die Hochwertigkeit des Antiserums als auch auf ein möglichst spezifisches Verhalten. Offenbar spielt in beiderlei Hinsicht das konstitutionelle Moment eine ausschlaggebende Rolle, und es erscheint durchaus möglich, daß bei der Auswahl geeigneter reiner Stämme von Versuchstieren die Bedingungen für die Bereitung dieser praktisch wichtigen Antisera auf eine weit rationellere Basis gestellt werden können als das zur Zeit möglich und der Fall ist. Das gleiche gilt für die Gewinnung geeigneter Antisera zum Nachweis von Pferdefleisch bzw. zum Nachweis von Pferdefleischverfälschungen.

3. Die Gewinnung diagnostischer blutgruppenspezifischer Antisera. Um die Technik und Methodik der Blutgruppenbestimmung auf eine einwandsfreie Basis zu stellen, wäre es äußerst erwünscht, die bisher im allgemeinen benutzten menschlichen Testsera durch tierische Immunsera zu ersetzen. Zum Nachweis des menschlichen Blutgruppenmerkmals A ist diese Frage grundsätzlich bereits gelöst. Es hat sich gezeigt, daß geeignete, vom Kaninchen durch Vorbehandlung mit Hammelblut gewonnene Antisera eine gruppenspezifische Wirkung auf menschliche Blutkörperchen mit dem Merkmal A, also auf die Blutkörperchen der Gruppe A und AB ausüben. Aber die Gewinnung solcher Antisera ist von den Zufälligkeiten des Tiermaterials abhängig, da nur manche Kaninchen

die geeigneten konstitutionellen Voraussetzungen darbieten, um zur Bildung von gruppenspezifischen Antisera gegen das Merkmal A zu führen. Durch die Bereitschaft von geeigneten reinen Tierstämmen und durch ihre Eignung wäre die praktische Auswirkung dieses Prinzips auf eine rationelle Grundlage gestellt., die das Ergebnis dem Spiel des Zufalls entreißen würde.

4. Komplementstudien. Schon nach Arbeiten amerikanischer Autoren ist bekannt, daß die sogenannte Komplementfunktion des Serums in erbbedingter Form variieren kann. Es scheint komplementfreie Meerschweinchenrassen zu geben. Von diesem Gesichtspunkte aus ergibt sich die Forderung, die verschiedenen Stämme von Versuchstieren auf Komplementgehalt und Komplementwirkung zu prüfen. Es ist durchaus denkbar, daß es derart gelingt, besonders geeignete Linien herauszufinden, die eine Erleichterung für die Anwendung der Komplementbindung zu serodiagnostischen Methoden, insbesondere für die Serodiagnostik der Syphilis mittels Wassermannscher Reaktion gewähren.

5. Neben diesen Fragen von unmittelbarer praktischer Bedeutung möchte ich noch ein Gebiet anführen, dessen Analyse mir von gleich großem Einfluß für die theoretische Betrachtung wie für die praktische Auswirkung erscheint. Das ist die Lehre von der Anaphylaxie und Idiosynkrasie. Von den idiosynkrasischen Überempfindlichkeitskrankheiten beim Menschen wissen wir, daß sie konstitutionell bedingt sind, daß wenigstens die Konstitution hierbei eine ausschlaggebende Rolle spielt. Die experimentellen Untersuchungen über die Anaphylaxie haben gleichfalls gezeigt, daß konstitutionelle Faktoren hierbei nicht außer acht zu lassen sind, wenn auch bei besonders geeigneten Versuchstieren, wie bei Meerschweinchen, gewissermaßen durch Massenwirkung des exogenen Moments das endogene Moment, die Konstitution, in den Hintergrund gedrängt werden kann. Die Forschung der letzten Jahre hat aber hierbei zu erheblichen Fortschritten geführt. Sie hat durch das Studium der sogenannten komplexen Antigene gezeigt, daß man auch im Tierversuch durch gewisse chemische Stoffe, die bei den idiosynkrasischen Krankheiten des Menschen neben Stoffen der belebten Natur eine wesentliche Rolle spielen, Überempfindlichkeitserkrankungen erzeugen kann. Sie sind freilich nicht mit der gleichen Treffsicherheit zu erzielen wie die Anaphylaxie gegen Eiweißstoffe. Augenscheinlich treten hier konstitutionelle Faktoren der Individualität des Versuchstieres mehr in den Vorder-

grund. Es besteht kein Zweifel, daß auch in dieser Hinsicht die Verfügung über verschiedenartige Stämme von Versuchstieren geeignet wäre, eine tiefere Klärung herbeizuführen und womöglich die Versuchsbedingungen günstiger zu gestalten. Die praktische Bedeutung derartiger Studien ist offenkundig, da sie die experimentelle Analyse von Krankheitsbedingungen darstellen, die als sogenannte Überempfindlichkeits- bzw. idiosynkrasische Krankheiten beim Menschen eine zunehmende Rolle spielen.

Diese Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, wie bedeutsam der von der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft gehegte Plan für die Errichtung von Zuchtanstalten für kleine Tiere nach wissenschaftlichen Gesichtspunkten in bezug auf serologische Fragen gerade hinsichtlich der praktischen Auswirkung derartiger systematischer Untersuchungen erscheinen muß. Daß sich ein unmittelbarerer Zusammenhang auf engen Berührungspunkten mit den Problemen der Lehre von den Infektionskrankheiten, der Tuberkulosebekämpfung und der Krebsforschung ergibt, erscheint von vornherein selbstverständlich, wenn man berücksichtigt, daß die serologische Reaktionsbereitschaft des Organismus zweifellos eine wichtige Teilfunktion jener Faktoren darstellt, die unter den Bedingungen pathologischen Geschehens über das Schicksal des einzelnen Individuums entscheiden.

Bedeutung der Tier-Reinzucht für die Chemotherapie

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Kolle

Für die Chemotherapie besitzt die Gewinnung von Mäusestämmen in reinen Linien nach verschiedenen Richtungen hin Bedeutung. Es ist zunächst wichtig für die Toxizitätsbestimmung, ein Tiermaterial zu besitzen, das nicht nur gesund und frei von Infektionen ist, sondern auch eine bestimmte und gleichmäßige Resistenz gegenüber der Giftwirkung chemischer Körper aufweist. Untersuchungen an einem sehr großen Tiermaterial, die von Dr. Dale im National Institut for medical research in London ausgeführt sind und durchaus mit den Erfahrungen übereinstimmen, die im Georg Speyer-Haus während langer Jahre chemotherapeutischer Forschungen gewonnen sind, haben ergeben, daß bei Benutzung der im Handel erhältlichen Tiere oft außerordentlich große Unterschiede in der Resistenz zutage treten. Es

ist deshalb stets notwendig, sehr große Versuchsreihen anzulegen, wenn es sich darum handelt, genau z. B. die Dosis certe letalis oder certe tolerata eines Präparates zu ermitteln. Es wäre nicht nur wissenschaftlich wichtig, sondern auch praktisch bedeutungsvoll, zu untersuchen, ob sich durch Reinzüchtung von Stämmen eine Auslese von Mäusen mit einer konstanten und, abgesehen von individuellen Schwankungen, gleichmäßigen Resistenz gegenüber der Giftwirkung chemischer Stoffe erzielen läßt, so daß man mit kleineren, an Stelle von großen, Versuchsreihen auskommen könnte. Das wissenschaftliche Interesse, das hierbei zu gleicher Zeit Befriedigung findet, liegt in der Ermittlung der Vererbbarkeit dieser Resistenz bzw. Nichtvererbbarkeit. Bisher sprechen alle Beobachtungen dafür, daß diese Resistenz eine vererbbare Eigenschaft ist. Da zur Ermittlung der Heilwirkung chemischer Körper infizierte Tiere gebraucht werden, so spielt auch hier wieder die Gewinnung reingezüchteter gesunder Mäusestämme eine erhebliche Rolle. Denn zunächst hängt der Verlauf einer Infektion von der Größe der Empfänglichkeit des Individuums gegenüber dem Infektionserreger ab. Zweitens steht aber der Erfolg der Chemotherapie vielfach mit der Reaktionsfähigkeit des infizierten Organismus im Zusammenhang. Ein Beispiel hierfür bieten die bei der Chemotherapie der Trypanosomeninfektionen mitbeteiligten Antikörper, deren Höhe individuell und bei verschiedenen Mäusestämmen schwanken kann. Auf diese verschiedenen, quantitativ wechselnden Faktoren sind wohl zum großen Teil die Differenzen zurückzuführen, die bei der Ermittelung des chemotherapeutischen Index von verschiedenen Untersuchern an verschiedenen Orten erhalten sind. Die Schwankungen sind so groß, daß sie weder auf Versuchsfehler noch auf Unterschiede der zur Infektion benutzten Stämme allein zurückgeführt werden können. Es sprechen vielmehr alle Tatsachen dafür, daß hier neben gewissen individuellen Unterschieden wesentlich vererbbare konstitutionelle Reaktions- bzw. Resistenzunterschiede der verschiedenen Mäusestämme gegenüber den Infektionserregern in Frage kommen. Die Klärung dieser Frage wäre also genau wie bei der Giftwertbestimmung nicht nur wissenschaftlich und theoretisch, sondern auch praktisch für die chemotherapeutische Forschung von großer Bedeutung.

Zusammenfassend kann ich mich also dahin äußern, daß die von der Notgemeinschaft der Wissenschaft eingeleiteten Forschungen über die Frage der Tierreinzüchtung für die Chemotherapie in wissenschaft-

licher und theoretischer wie in praktischer Richtung der chemotherapeutischen Forschungen von größter Bedeutung sind.

Tier-Reinzucht und Tuberkuloseforschung

Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Neufeld

Die Bereitstellung von Meerschweinchen und Kaninchen, die aus reinen Linien stammen, ist auch für die Tuberkuloseforschung sehr erwünscht.

1. Meerschweinchen sind bekanntlich außerordentlich empfänglich für die Infektion sowohl mit humanen wie mit bovinen Tuberkelbazillen, so daß die subkutane oder peritoneale Einspritzung selbst einzelner Bazillen einer hochvirulenten Kultur stets tödlich wirkt. Auch bei dieser Versuchsanordnung beobachtet man aber erhebliche Unterschiede in der Lebensdauer, die auf eine verschiedene natürliche Empfänglichkeit hindeuten. Weit größere individuelle Unterschiede machen sich bemerkbar, wenn schwächer virulente Kulturen benutzt werden, vor allem aber, wenn die Infektion auf dem natürlichen Wege der Fütterung oder von der Nase oder der Augenbindehaut aus geschieht. Neuerdings haben amerikanische Forscher über eine Art von „Familienforschung" bei Meerschweinchen berichtet, wonach sich vererbbare familiäre Unterschiede in der Empfänglichkeit der Tiere für Tuberkulose nachweisen lassen. Noch größeres praktisches Interesse haben wohl die in den letzten Jahren von Heymann, Bieling u. a. berichteten Beobachtungen über den Einfluß der Ernährung (Vitaminmangel usw.) auf die Resistenz der Meerschweinchen gegen Tuberkulose. Alle derartigen Versuche würden durch Züchtung „reiner Linien" wesentlich gefördert werden.

2. Viel größer sind die individuellen Unterschiede bezüglich der Tuberkuloseempfänglichkeit bei Kaninchen, die besonders bei den Versuchen über die Unterscheidung von humanen und bovinen Tuberkelbazillen zutage getreten sind und französische Autoren zu dem Ausspruch veranlaßt haben: „Le lapin est un animal capricieux." Hier wäre es eine dankenswerte und verhältnismäßig nicht allzu schwierige Aufgabe, einerseits Rassen mit besonders hoher, andererseits solche mit besonders geringer Empfänglichkeit zu züchten. An sich ist das Kaninchen für sehr viele Tuberkulosefragen das geeignetste Versuchstier, weil es im Gegensatz zum Meerschweinchen in seiner

natürlichen Widerstandsfähigkeit gegen Tuberkulose dem Menschen und dem Rind nahe steht; es wird aber vielfach deshalb nicht verwendet, weil wir bisher nicht über Rassen von bekannter, einigermaßen gleichmäßiger Empfänglichkeit verfügen.

Die Zucht reiner Tierstämme für die Krebsforschung

Prof. Dr. Caspari

Die Züchtung reiner Mäusestämme mit bekannter erblicher Krebsempfänglichkeit ist heute für alle Zweige der experimentellen Krebsforschung von ausschlaggebender Bedeutung. Hierüber unterrichten uns die Feststellungen amerikanischer Autoren; denn bisher ist dieser Weg der Forschung nur in Amerika beschritten worden. Dies sei im folgenden im einzelnen erörtert: zunächst für die Transplantationstumoren. Es ist bekannt, daß ein gewöhnlicher bösartiger Spontantumor bei der Überimpfung nur bei einer geringen Anzahl von Tieren zum Anwuchs zu bringen ist. 5% dürfte schon eine maximale Ausbeute sein. Allmählig gelingt es durch fortgesetzte Tierpassagen zu einer immer höheren Ausbeute zu gelangen, bis man schließlich die Tumoren mit maximaler Impfausbeute von 80 bis 90% bekommt, die heute nach vielen Hunderten von Passagen in den meisten Laboratorien Verwendung finden. Man hat daraus auf eine Virulenzsteigerung der Tumoren ähnlich, wie wir sie aus der Bakteriologie kennen, geschlossen. Aber diese Deutung darf man heute sicher als irrtümlich bezeichnen. Es handelt sich vielmehr lediglich um eine Adaption der Geschwülste auf die betreffende Mäusefamilie, also um die Erzeugung einer erblichen Disposition für das Wachstum der betreffenden Geschwulst. Wenn wir überhaupt Geschwülste in einer quantitativ so hohen Transplantationsausbeute heranzüchten können, wie sie in vielen Laboratorien verwendet werden, so ist der Grund lediglich darin zu sehen, daß beim Beziehen des Tiermaterials von der gleichen Bezugsquelle die zur Verwendung gelangenden Tiere mehr oder weniger eng blutsverwandt sind. Das Bild ändert sich daher sofort, sobald wir andersgeartetes Tiermaterial als Untersuchungsobjekt bekommen, wofür in der Literatur zahlreiche Belege zu finden sind. Da man bei vom Händler bezogenen Tieren niemals mit Sicherheit sagen kann, welchen Ursprungs das betreffende Tiermaterial ist, so liegt es auf der Hand, wie groß die

Unsicherheit ist, die auf diese Weise den Versuchen der experimentellen Krebsforschung anhaften. Um dieser Fehlerquelle zu begegnen ist es notwendig, immer mit einer großen Zahl von Kontrolltieren zu arbeiten. Es gibt amerikanische Autoren, die zu solchen Versuchen deswegen mehrere tausend Kontrolltiere verwandt haben, eine Methode, die natürlich für uns schon wegen der ungeheuren Kosten nicht in Betracht kommt. Es genügt dieses Beispiel aber zum Hinweis darauf, daß die Ausgaben, die für Züchtung derartiger Stämme zunächst erforderlich sind, sich später nicht nur durch den Bezug solchen Tiermaterials von seiten der einzelnen Institute rentieren dürften, daß vielmehr auch die Kosten des einzelnen Versuches durch Ersparnis an Tiermaterial für die Kontrolltiere eine nicht unwesentliche Verbilligung erfahren kann. Nun ist es vornehmlich Leo Loeb und Strong geglückt, Stämme zu züchten, die etwa für einen Impftumor in 100% empfänglich sind, für den anderen vollkommen unempfänglich und umgekehrt. Durch Kreuzung solcher Stämme ist Strong zu allen möglichen Zwischenstadien gelangt, die von ihm wiederum umgekehrt dazu benutzt worden sind, Erblichkeitsgesetze an der Hand der Empfänglichkeit für Krebstransplantation zu erforschen. Solche Mischstämme sind es auch im wesentlichen, an denen wir bisher gezwungen sind, unsere Versuche zu machen.

Noch bedeutsamer vielleicht als diese Seite der Frage, die sich aus der erblichen familiären Adaption der Impftumoren ergibt, ist der zweite Punkt, der sich mit der erblichen Disposition für die Entstehung von Spontantumoren beschäftigt. Auch die Gesetze der Erblichkeit der Disposition für Spontantumoren sind im wesentlichen an Mäusen erforscht, hauptsächlich durch Leo Loeb und seine Mitarbeiter Maud Slye, Tyzzer, Lynch und andere. Hierüber existiert eine sehr umfangreiche amerikanische Literatur, die vorwiegend im Journ. of experiment. med., Journ. of exp. zool. und Journ. of cancer research erschienen ist. Aus diesen Versuchen ergibt sich mit Sicherheit die Vererbung der Disposition zur Krebskrankheit als solche, des Lebensalters des Auftretens der Krankheit, und bis zu einem gewissen Grade auch die Erblichkeit einer lokalen Organdisposition. Es mag hier erwähnt sein, daß dieser Zweig der Forschung für Versuche über die Prophylaxe gegen den Krebs von größter Wichtigkeit ist. Alles was wir heute mit Sicherheit über diesen vielleicht wichtigsten Punkt der experimentellen Krebsforschung aussagen können, entstammt derartigen

Versuchen (Leo Loeb, Cori), während die Versuche, die mit unseren Mitteln bisher in dieser Hinsicht ausgeführt worden sind, selbst bei größter Sorgfalt eine gewisse Unsicherheit der Schlußfolgerung, entsprechend dem uneinheitlichen Versuchsmaterial aufweisen müssen. Ähnliches gilt für alle experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiete der Krebstherapie, sei es, daß es sich um die Bedeutung der Strahlentherapie oder um chemotherapeutische Versuche handelt.

Schließlich sei darauf hingewiesen, daß auch die experimentelle Erzeugung von Tumoren, die für die Erkenntnis der Entstehung des Krebses als besonders aufschlußreich sich bereits erwiesen hat, wie z. B. die Versuche von Curtis und Bullock oder die von Lynch ergeben haben, gleichfalls in hohem Maße von den Verhältnissen der erblichen Disposition abhängig sind. Und zwar betrifft dies sowohl den Verlauf der Krebsentstehung wie den Ort desselben. Auch für den neuesten Zweig der experimentellen Krebsforschung, die Züchtung der Tumorzellen in vitro, sind sicherlich diese Fragen von wesentlicher Bedeutung.

Ich glaube im Vorhergehenden dargelegt zu haben, von wie ausschlaggebender Wichtigkeit für die Fortsetzung der experimentellen Krebsforschung die Züchtung reiner Mäusestämme ist, die erstens bestimmte erbliche Empfänglichkeit für verschiedene Transplantationsgeschwülste und zweitens allgemeine und lokale Erblichkeit für Entstehung von Spontantumoren zeigen. Die Möglichkeit und erfolgreiche Durchführung dieses Problems ist von den Amerikanern seit langem dargetan.

17. Denkschrift über Förderung der deutschen astronomischen Forschung[1])

Prof. Dr. Erwin Freundlich

Es steht außer Frage, daß die deutsche Astronomie seit etwa 25 Jahren nicht mehr die gleiche Bedeutung für die Entwicklung der

[1]) Von dieser Denkschrift gilt insbesondere der einleitende Vermerk dieses Heftes, daß die Notgemeinschaft, in deren Rahmen die Begründung selbständiger Institute nicht liegt, sich die Prüfung, ob und inwieweit auch mit ihren Mitteln geholfen werden kann, vorbehalten muß.

Astronomie gehabt hat, wie in dem vorangehenden Jahrhundert. Der innere Grund dieses Rückganges liegt in Besonderheiten der Entwicklung der Astronomie begründet. Es kann deshalb die Notwendigkeit, durch den Bau einer neuen Forschungsstätte für die Belebung der Astronomie in Deutschland etwas zu tun, nur voll verstanden werden, wenn man auf diese Besonderheiten eingeht.

A. Die zwei Phasen in der Entwicklung der Stellarastronomie.

Nachdem die astronomischen Beobachtungen den entscheidenden Schritt über das Sonnensystem hinaus getan hatten und man systematisch an die Erforschung der Fixsterne geschritten war; als man einsah, daß dem Begriff „Fixsterne" keine reale Bedeutung zukomme, sondern die Sonne mit einer Geschwindigkeit von vielen Kilometern pro Sekunde sich relativ zum System der Sterne bewegt und jeder Stern in gleicher Weise seine Eigenbewegung hat, die trotz ihrer großen Abstände nachweisbar sind; als es gelungen war, sogar die Entfernung der nächsten Sterne aus ihrer parallaktischen Bewegung während eines Umlaufes der Erde um die Sonne abzuleiten, da warf sich der ganze astronomische Forschungseifer auf die Ergründung des gewaltigen Forschungsgebietes, welches das Fixsternsystem darbot. Die Bemühungen gingen dahin, die Gestalt und Ausdehnung des Sternsystems, die Gesetzmäßigkeiten in den Sternbewegungen und die charakteristischen Merkmale der einzelnen Sterne zu erforschen.

Ebenso aber wie die Erforschung des Sonnensystems zwei wesentliche Phasen aufweist, die statisch-kinematische, die sich ausschließlich auf die reine Beschreibung der Bewegungserscheinungen im Sonnensystem und die Verteilung der Planeten beschränkte, und die dynamische, die alle Bewegungen der Monde und Planeten aus einem einheitlichen Kraftgesetz, dem Newtonschen Gesetz der Schwerkraft, ableitete und ihre Verteilung aus kosmogonischen Betrachtungen zu verstehen suchte, offenbart auch die Erforschung des Fixsternsystems diese beiden charakteristischen Phasen. Die statisch-kinematische, die mit den soeben skizzierten Erkenntnissen einsetzte, ist in den letzten Jahrzehnten zu einem gewissen Abschluß gelangt, die dynamische Phase beginnt: In der durch diesen Übergang zur dynamischen Epoche bedingten Not-

wendigkeit der Umstellung der Forschungsmethoden liegen die Schwierigkeiten begründet, mit der die deutsche Astronomie zu kämpfen hat.

An der Entwicklung der Fixsternastronomie bis zu diesem Wendepunkt hat die deutsche Astronomie entscheidenden Anteil gehabt. Die Hauptaufgaben, die sich vor dieser Phase darboten, waren, wie schon angedeutet: Feststellung der Verteilung der Sterne im Raume, Feststellung ihrer Eigenbewegungen, Aufstellung charakteristischer Merkmale für den einzelnen Stern. Diese Aufgaben verlangten umfassende Kataloge der Sterne, enthaltend ihre Positionen am Himmel; ihre Helligkeiten, ihre Farbe usw. Die Bonner Durchmusterung, der Auwerssche Fundamental-Katalog, die Kataloge der A.-G. und die photometrische Durchmusterung von Müller-Kempf sind Grundpfeiler dieses im 19. Jahrhundert ausgebauten Forschungsgebietes geworden. Auch an der Zusammenfassung der so gewonnenen Daten zu einem vorläufigen Bilde des uns umgebenden Sternsystems ist die deutsche Astronomie entscheidend beteiligt gewesen (Seeliger, Schwarzschild).

Durch Kapteyn, den bedeutenden holländischen Astronomen, ist alsdann diese kinematische Phase der Stellarastronomie zu einem gewissen Abschluß gebracht worden.

Die stürmische Weiterentwicklung, die die Stellarastronomie in den darauf folgenden Jahren, im wesentlichen unter englisch-amerikanischer Führung, gewonnen hat, ist durch zwei neue Umstände gekennzeichnet. Man hat erstens den Gesichtskreis der Astronomie erneut um eine Größenordnung erweitert und ist systematisch daran gegangen, unsere Erkenntnisse über das uns umgebende sog. „lokale Sternsystem" hinaus auf diejenigen kosmischen Gebilde auszudehnen, die außerhalb des uns umgebenden Sternsystems liegen. Damit setzen notwendigerweise zugleich Bestrebungen ein, unser lokales Sternsystem dynamisch an die außerhalb liegenden Massen anzuschließen und die Sternströmungen, die in der früheren Phase entdeckt waren, aus der Wirkung des gesamten Schwerefeldes zu verstehen. Gleichzeitig begannen als Zweites intensiv die Bemühungen, das Wesen des einzelnen Sternes, die Quelle seiner Strahlung, den kosmogonischen Zusammenhang der verschiedenen Spektraltypen usf. physikalisch zu deuten und tiefer zu erfassen, als dies früher gelungen war. An dieser neuesten Entwicklung der Astronomie hat sich die deutsche

Astronomie bisher nur in geringem Maße beteiligen können, und es besteht kein Zweifel darüber, daß dieses Zurücktreten der deutschen Astronomie durch Umstände prinzipieller Art bedingt wird, ohne deren Behebung eine Wiederherstellung der früheren Geltung der deutschen Astronomie nicht zu erhoffen sein wird.

B. Die inneren Gründe für den Rückgang der deutschen Astronomie.

I. Es sind die deutschen Sternwarten nicht rechtzeitig der neuen Entwicklung der Astronomie instrumentell angepaßt worden, und sie sind deshalb mit ihren Fernrohren nicht befähigt — dies gilt mit wenigen Ausnahmen — an den Aufgaben mitzuarbeiten, die zur Zeit im Brennpunkt des Interesses stehen.

II. Die deutschen Astronomen haben sich nicht rechtzeitig den sich neu darbietenden Forschungsmethoden angepaßt, speziell nicht den erforderlichen Anschluß an die Atomphysik gewonnen und die jüngere Generation im Hinblick auf diese neuen Anforderungen theoretisch herangebildet.

ad I.

Die Ausrüstung der meisten Sternwarten Deutschlands enthält neben Meridiankreisen, Passageinstrumenten und Vertikalkreisen — Instrumenten, die ausschließlich der Positionsbestimmung von helleren Sternen dienen — mit wenigen Ausnahmen nur Fernrohre für direkte (visuelle) Beobachtungen, die vor mehr als einem Vierteljahrhundert gebaut worden sind, und die nur noch für ganz spezielle Untersuchungen Verwendung finden können. Die Astrographen (photographische Fernrohre), die bei der überragenden Bedeutung photographischer Methoden heute von größerer Wichtigkeit sind, sind fast ausnahmslos im Hinblick auf Aufgaben konstruiert, die früher im Vordergrund des Interesses standen, wie Positionsbestimmungen, Parallaxenmessungen, Beobachtungen von Doppelsternen, Messung der Radialgeschwindigkeiten heller Sterne, die aber heute für die Fortentwicklung der Astronomie nicht mehr das gleiche Interesse haben; teils, weil die Aufgaben im wesentlichen abgeschlossen sind (Katalog aller Radialgeschwindigkeiten der Sterne heller als 6.mg der Lick-Sternwarte), teils, wie z. B. in Hinsicht auf die Parallaxenmessungen, weil die Größe der Instrumente nicht ausreichend ist,

um — zuzüglich der schlechten meteorologischen Bedingungen an den meisten Sternwarten — noch wertvolles Beobachtungsmaterial in ausreichenden Mengen zu liefern. Sie sind jedenfalls nur für Aufgaben geeignet, die sich auf das nähere Sternsystem beziehen, aber auch hier nicht mehr für die wichtigsten Probleme, deren Erforschung dringend ist (s. Abschnitt C.).

Die Probleme, die in der Zukunft nach Lösung drängen, erfordern Fernrohre von wesentlich größerer Lichtstärke, als sie selbst die größten bisher gebauten Refraktoren aufweisen. Man ist deshalb zur Verwendung von Spiegelteleskopen übergegangen, und zwar mit Spiegeln bis zu 2,5 m Durchmesser. Der Verwendung solcher Spiegelteleskope verdankt die amerikanische Astronomie die großen Erfolge der letzten Jahrzehnte.

Spiegelteleskope — mit Ausnahme ganz kleiner Spiegel — sind in Deutschland nur 3 vorhanden — in Babelsberg, Hamburg, Heidelberg. Von diesen ist der Heidelberger Spiegel mit 72 cm nur ein relativ lichtschwaches Instrument, der Babelsberger bei seiner Aufstellung in der Nähe von Berlin und dessen Vororten, bei den überdies ungünstigen klimatischen Verhältnissen dieser Gegend nicht voll ausnutzbar und außerdem durch Besonderheiten seiner Konstruktion auch nicht für alle Zwecke geeignet; das Hamburger Spiegelteleskop entspricht vielleicht am meisten noch den heutigen Anforderungen, ist aber ebenfalls in einer klimatisch so ungünstigen Umgebung aufgestellt, daß es wohl kaum in mehr als 60—80 Nächten im Jahr benutzt werden kann.

Es geht hieraus unzweifelhaft hervor, daß die deutschen Sternwarten zur Zeit ungenügend ausgerüstet sind; dies wird im späteren Abschnitt noch nachdrücklicher hervortreten, wenn auf die vorliegenden Probleme der Astronomie im einzelnen eingegangen wird (s. Abschnitt C.).

ad II.

Die ausgedehnten Katalogbeobachtungen, die an den deutschen Sternwarten in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts durchgeführt worden sind und die hervorragende Bedeutung der deutschen Astronomie in dieser Phase ihrer Entwicklung bedingt haben, haben unzweifelhaft den Blick vieler deutscher Astronomen von den lebenden Problemen ihrer Wissenschaft abgelenkt. Dadurch, daß bei dem ersten Unternehmen der A.-G.-Kataloge eine ganze Generation junger Astronomen gezwungen wurde, die sonst

produktivsten Jahre ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit mit langwierigen unproduktiven Messungen zu verbringen, ist das wissenschaftliche Leben vielfach erstarrt gewesen und auch die folgende Generation nicht in dem Maße zu Naturforschern, mit dem auf die lebenden Probleme gerichteten Blick, herangezogen worden, wie dies z. B. in den Nachbargebieten: der Physik und Chemie der Fall gewesen ist.

Dazu kommt, daß in die neu einsetzende Phase der Astronomie die moderne Astrophysik mit ihrer tiefen Durchdringung des Strahlungsproblems als befruchtendes Element getreten ist — sind doch alle astronomischen Probleme ausnahmslos Strahlungsprobleme —, aber unleugbar bisher unter der Mehrzahl der Astronomen starke Hemmungen bestehen, die noch sehr hypothetischen, aber dafür ungemein fruchtbaren Erkenntnisse dauernd dem Fluß der Forschung anzupassen, wie dies z. B. von den Physikern bis in ihr spätes Alter dauernd verlangt wird. Infolgedessen sind in den letzten Jahrzehnten die ausgesprochensten Talente in die Physik übergegangen, auch wenn primär ein starkes Interesse für die Astronomie vorgeherrscht hatte, da das leidenschaftliche Leben in der physikalischen Forschung diese Talente stärker zu fesseln vermocht hat. Erst in den letzten Jahren setzt bei uns deutlich, z. T. unter dem Eindruck der Erfolge der englisch-amerikanischen Astrophysiker (Eddington, Milne, Russel usw.) ein Rückstrom astrophysikalisch interessierter Physiker in die Astronomie ein, aber zugleich tritt auch die Schwierigkeit zutage, diesen neuen Kräften geeignete Forschungsmittel und Forschungsplätze zu verschaffen.

Ich habe es für richtig gehalten, diese kritischen Bemerkungen nicht zu unterdrücken — zumal gegen ihre innere Berechtigung wohl niemand Zweifel erheben kann — weil sie meines Erachtens einen wesentlichen Bestandteil der Einsicht abgeben, daß die deutsche Astronomie einer Neubelebung bedürftig ist.

Natürlich kann diese nur das Werk einzelner Forscher und der Bau eines Instituts kann nur ein Glied in der Kette von Erfordernissen zu dieser Wiederbelebung der deutschen Astronomie sein. Doch wird das neue Institut das erste Glied in der Kette darstellen müssen, erstens weil tatsächlich schon jetzt eine ganze Reihe befähigter und sich nach Betätigungsmöglichkeit sehnender junger Kräfte in die Astronomie eingetreten ist und in ihrer Entwicklung

durch die an den Sternwarten herrschenden Verhältnisse gehemmt ist, und zweitens, weil eine weitere Befruchtung der Astronomie mit jungen Talenten nur zu erhoffen ist, sobald diese Entwicklungs- und Forschungsmöglichkeiten innerhalb der deutschen Astronomie vor sich sehen.

C. Die charakteristischen Merkmale der in der Astronomie zur Zeit in den Vordergrund tretenden Probleme.

Die bis zu einem gewissen Grade abgeschlossene statisch-kinematische Phase der Stellarastronomie hat gelehrt, daß die Sonne sich nicht weit vom Mittelpunkt eines deutlich abgeflachten Sternsystems, des sog. lokalen Systems, befindet, das in der Milchstraßenebene eine größte Ausdehnung von einigen Tausend Lichtjahren hat. Die Anzahl der Sterne pro Volumeinheit nimmt nach außen hin ab; die Sterne bewegen sich nicht regellos innerhalb des von ihnen eingenommenen Raumes, sondern gehören im wesentlichen zwei Sternströmen an, die sich gegenseitig durchdringen und deren Stromrichtung in der Milchstraßenebene liegt. Die einzelnen Sterne selbst unterscheiden sich untereinander durch ihre Oberflächentemperaturen, die etwa zwischen 30000° und 3000° schwanken, ihre mittlere Dichte und Volumina usw. — Merkmale, deren Erforschung im letzten Jahrzehnt ausschließlich aus der Untersuchung der Sternspektra möglich geworden ist.

Neben den Sternen offenbart der Anblick des Himmels aber größere Gebilde, wie Sternhaufen, Spiralnebel, planetarische Nebel u. a. m., deren Zugehörigkeit zu dem uns umgebenden Sternsystem bis vor wenigen Jahren noch nicht aufgeklärt war.

Durch die grundlegenden Arbeiten, insbesondere von H. Shapley am Mt. Wilson Observatorium, ist aber entschieden worden, daß die Sternhaufen kosmische Gebilde sind, die nicht zu unserem lokalen Sternsystem gehören. Sie scheinen vielmehr in ihrer Gesamtheit ein weiteres kosmisch zusammengehörendes System zu definieren, dem unser lokales System nur wieder als ein Glied angehört. Es werden deshalb die Bewegungsvorgänge innerhalb unseres lokalen Systems, die Sternströme, sich wirklich erst dynamisch verstehen lassen, wenn das Schwerefeld des ganzen Systems der Sternhaufen bis ins einzelne erforscht ist, eines Systems,

das auch die Milchstraßenebene als bevorzugte Ebene ihrer Verteilung offenbart und in ihr eine Ausdehnung hat, die in die Hunderttausende von Lichtjahren geht. Um noch eine Größenordnung weiter entfernt liegen die Spiralnebel, für welche die ersten zuverlässigen Abstandsbestimmungen am Mt. Wilson Observatorium durch Hubble Abstände von der Größenordnung von Millionen von Lichtjahren ergeben haben. Welche Stellung schließlich in diesem weiteren System der Sternhaufen die regellosen Milchstraßenwolken einnehmen, ist eine noch offene und äußerst wichtige Frage.

Durch diese Erkenntnisse erhalten die Ergebnisse der vorangehenden Phase einen völlig neuen Sinn. Denn es geht aus ihnen hervor, daß ein volles Verständnis für die Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Sterne und in ihren Bewegungen nur aus der Erforschung des weiteren Systems wird folgen können, dem unser lokales System, auf das sich fast alle bisherigen Beobachtungen beziehen, als ein Glied angehört. Die Vertiefung unserer Kenntnisse auch über das uns umgebende lokale System wird sich deshalb nur im engsten Anschluß an die Fortschritte unserer Kenntnisse über das System der Sternhaufen und Milchstraßenwolken bewerkstelligen lassen. Dies bedingt die große prinzipielle Bedeutung der neuen Phase der Entwicklung der Stellarastronomie.

Nun sind aber auch die nächsten Sternhaufen und Milchstraßenwolken so außerordentlich fern, daß zu ihrer genauen Untersuchung nur Teleskope von wesentlich größerer Lichtstärke in Frage kommen als die Refraktoren an den deutschen Sternwarten; von den Spiegelteleskopen haben nur zwei, das in Hamburg, und das in Babelsberg, eine für diese Aufgabe ausreichende Lichtstärke.

Auch die vorhandenen großen Refraktoren, wie der in Potsdam mit 80 cm, und die in Babelsberg bzw. Hamburg mit etwa 60 cm Öffnung, sind für die vorliegenden Probleme nicht geeignet, weil überhaupt die Verwendung von Linsen, wegen ihrer chromatischen Fehler, nicht empfehlenswert ist, und weil die Brennweiten und damit Öffnungsverhältnisse ungünstige Beobachtungsbedingungen liefern.

Es steht außer Frage, daß zur Zeit *lichtstarke Spiegelteleskope*, wie solche auf dem Mt. Wilson-Observatorium stehen, die einzigen wirklich geeigneten Fernrohre zur Mitarbeit an der

Erforschung der Sternhaufen, Spiralnebel und Milchstraßenwolken darstellen.

Die Probleme, die der Lösung harren, sind so mannigfacher Natur, daß sich eine erschöpfende Darlegung derselben nicht in Kürze geben ließe; es handelt sich aber im wesentlichen um folgende Fragen:

Untersuchung der Verteilung der Sterne innerhalb der Sternhaufen unter Berücksichtigung der spektralen Verschiedenheiten der einzelnen Sterne; die kosmogonische Einordnung der ganzen Sternhaufen; die Geschwindigkeit der Sternhaufen als Ganzes relativ zu unserm Sternsystem; dynamische Erklärung aller Bewegungen aus der Wirkung der gravitierenden Massen des Systems der Sternhaufen; alle diese Probleme stecken in den ersten Anfängen und werden zu ihrer Lösung Jahrzehnte erfordern. Ferner Untersuchung der Abstände der regellosen Milchstraßenwolken und der Verteilung der Sterne verschiedener Spektraltypen in ihnen, und auch hier Feststellung der kosmogonischen Zusammenhänge dieser Wolken mit dem gesamten System. Diese Probleme sind bisher kaum in Angriff genommen worden, ebenso wie die Frage der Verteilung und Bedeutung der im Weltraum verteilten dunklen Massen.

Die im Vorangehenden skizzierten Probleme dienen der Förderung unseres Verständnisses des Aufbaus des ganzen Kosmos. Eine wirksame Mitarbeit an ihnen erfordert lichtstarke Spiegelteleskope mit Spiegeln von mindestens 1 m Durchmesser und mäßiger Brennweite, Öffnungsverhältnisse zwischen $^1/_3$ und $^1/_5$.

Außer diesen Problemen harren aber selbstverständlich eine Fülle von Aufgaben der Bearbeitung, die sich auf die einzelnen Sterne unseres lokalen Systems beziehen. Alle bisherigen spektral-analytischen Untersuchungen von Sternspektren beruhen auf einem Beobachtungsmaterial, das mit Spektralapparaten von sehr unzureichendem Auflösungsvermögen gewonnen worden ist. Die vorhandenen Sternspektren genügen zwar zur Messung von Radialgeschwindigkeiten und zur spektralen Einordnung der Sterne; sie sind aber durchaus unzureichend zu einer sorgfältigen Photometrierung der Spektrallinien, d. h. zur Untersuchung der Breite und Tiefe der Absorptionslinien und der Ableitung der darauf sich gründenden wichtigen theoretischen Schlußfolgerungen für den Aufbau der Sternatmosphären. Ebenso wie in den letzten

Jahren eine systematische Untersuchung des Sonnenspektrums im engsten Anschluß an die moderne Quantentheorie mit den mächtigen Turmteleskopen auf dem Mt. Wilson und Potsdam möglich geworden ist und tiefe Einblicke in die Gesetze des Aufbaus der Sonne bringen wird, ist eine Erforschung der Sternspektren möglich. Auch diese Probleme erfordern Teleskope von größerer Lichtstärke als die an den deutschen Sternwarten vorhandenen und zwar Spiegelteleskope, vereinigt mit stationär aufgestellten Spektralanlagen von großem Auflösungsvermögen, wie ein solches im Einstein-Institut in Potsdam mit dem Turmteleskop verbunden ist. Dieses Forschungsgebiet ist bisher mit geeigneten Mitteln überhaupt noch nicht in Angriff genommen worden. Von seinen Ergebnissen wird die Weiterentwicklung der theoretischen Ansichten über den inneren Aufbau der Sterne und die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Spektraltypen abhängen, die bisher ohne genügenden Anschluß an die Erfahrung dastehen.

Beiden soeben kurz skizzierten Forschungsgebieten gemeinsam ist die Forderung nach lichtstarken Spiegelteleskopen, vereinigt mit Spektralapparaten von genügendem Auflösungsvermögen.

D. Ein Versuch, die Schwierigkeiten durch eine intensivere Ausnutzung der vorhandenen Forschungsmittel zu vermindern, scheitert an der Ungunst des Klimas.

Nach diesen Vorbetrachtungen ist der Boden bereitet, um die Fragen zu beantworten, was geschehen kann, um der deutschen Astronomie die Mitarbeit an diesen Problemen zu ermöglichen und die deutsche Astronomie wieder in die vordere Linie des Fortschritts einrücken zu lassen. Bei der hervorragenden Stellung der deutschen Physiker sind alle Vorbedingungen gegeben, daß auch die ihr nächstverwandte Disziplin, die Astrophysik, die man übrigens von der Astronomie schlechthin nicht unterscheiden sollte, einen fruchtbaren Boden zur Weiterentwicklung findet.

Bevor jedoch der Frage des neu zu errichtenden Institutes näher getreten wird, soll kurz die Frage Erledigung finden, wie weit durch eine weniger radikale Lösung, also z. B. durch einen gut organisierten Austausch von jüngeren Kräften, die bestehen-

den Schwierigkeiten in der deutschen Astronomie, wenn auch nicht behoben, so doch vermindert werden könnten.

Einige der deutschen Sternwarten wie diejenige von Babelsberg und Hamburg und der Einsteinturm von Potsdam verfügen über Forschungsmittel, die zur Bearbeitung mancher der genannten Aufgaben ausreichend sind, und die gewöhnlich nur ein oder zwei Beobachtern der betreffenden Sternwarten zugänglich sind. Wären die meteorologischen Verhältnisse an den deutschen Beobachtungsstationen günstiger wie z. B. auf dem Mt.-Wilson-Observatorium, wo jedes Teleskop etwa zehn Beobachtern Arbeitsmöglichkeit bietet — im Durchschnitt steht dort jedem Beobachter nur für drei Nächte im Monat ein Instrument zur Verfügung; man kann aber auch dort mit 300 klaren Nächten im Jahre rechnen — so würde in der Tat ein solcher Austausch der Beobachter eine empfindliche Lücke schließen können. Am Einstein-Institut in Potsdam wird schon seit Jahren ein solcher Austausch mit anderen Instituten geübt, aber die Erfahrungen lehren, daß die Unsicherheit der Wetterverhältnisse einem systematischen Ausbau solcher Austauschbeziehungen im Wege steht. Es besteht jederzeit die Gefahr, daß ein Gast, der für einige Wochen am Institut weilt, um für eine spezielle Aufgabe Beobachtungsmaterial zu sammeln, wochenlang warten muß, bis günstiges Wetter Beobachtungen ermöglicht. Da die dauernd am Institut tätigen Beobachter ebenfalls auf Beobachtungsgelegenheit warten und auch bei gutem Wetter der Himmel selten mehr als für einige Stunden klar ist, so stößt die Verteilung der Arbeiten auf Schwierigkeiten. Nach den Erfahrungen, die in Potsdam gemacht worden sind, könnte sogar bei einer für unsere Breiten besonders günstigen Beobachtungssaison ein Teleskop höchstens drei bis vier Beobachtern zugänglich gemacht werden. Die Bedingungen in Babelsberg und Hamburg mit je einem lichtstarken Spiegelteleskop liegen in dieser Hinsicht noch ungünstiger, da bei den *stellaren* Beobachtungen — in Potsdam handelt es sich um Sonnenbeobachtungen — längere Expositionszeiten erforderlich sind, das Arbeitsprogramm des Beobachters darum beschränkt ist.

Auf dem Wege des Austausches der Beobachter, um denjenigen Kräften an schlecht ausgerüsteten Sternwarten die Mitarbeit an den neueren Aufgaben der Astronomie zu eröffnen, ist darum eine merkliche Besserung der Verhältnisse nicht zu erhoffen.

Eine endgültige und dauernde Neubelebung der deutschen Astronomie wird aber der Bau eines allen deutschen Astronomen zugänglichen Instituts in einer klimatisch günstig gelegenen Gegend bringen können.

E. Vorschläge für das zu errichtende Forschungsinstitut.

I. Allgemeines.

Es ist durchaus damit zu rechnen, daß im Laufe der kommenden Jahre fast alle deutschen Sternwarten Mittel beantragen werden, um ihr Instrumentarium den Forderungen moderner Forschungsaufgaben anpassen zu können. Es würde aber die Befriedigung dieser Wünsche nicht allein Beträge fordern, die in der heutigen und kommenden Zeit diesem Zweck wohl kaum zur Verfügung gestellt werden können — man muß die Kosten für die Errichtung eines Spiegelteleskopes auf etwa eine halbe Million veranschlagen — sondern es wäre auch dringend davon abzuraten, ein solches kostspieliges Teleskop mit einem Spiegel von etwa 150 cm Durchmesser überhaupt noch innerhalb Deutschlands aufzustellen, da die meteorologischen Verhältnisse in unseren Breiten die volle Ausnutzung eines solchen Fernrohres nicht zulassen. Man müßte ein solches Spiegelteleskop vielmehr außerhalb Deutschlands in einer Gegend mit günstigen Wetterbedingungen aufstellen.

Es würde nun nicht mit Unrecht von vielen Astronomen als eine ungerechte Benachteiligung empfunden werden, falls irgendeiner der deutschen Sternwarten die Mittel zu einem solchen Ausbau ihrer Anlage bewilligt würden, wenn nicht gleichzeitig dafür gesorgt würde, daß dieses Forschungsmittel einem weiteren Kreise als gerade den an dieser Sternwarte angestellten Astronomen zur Verfügung steht.

Ich möchte darum in Vorschlag bringen, das ins Auge gefaßte neue Forschungsinstitut keiner der vorhandenen Sternwarten als Filiale anzugliedern, sondern als ganz selbständiges Institut zu gründen, jedoch durch eine besondere Organisation allen Astronomen Deutschlands zugänglich zu machen. Daß eine solche Lösung möglich ist, lehren die Erfahrungen an dem Mt.-Wilson-Observatorium in Kalifornien, wo die gesamte Forschungsarbeit eines Stabes von 10—20 Astronomen, zu denen immer noch eine

Reihe von Gästen treten, sich an zwei Spiegelteleskopen abspielt. Jedem Beobachter steht im Monat durchschnittlich an nicht mehr als drei Nächten eines der Teleskope zur Verfügung.

Mir schwebt also folgende Lösung vor: In einer klimatisch günstigen Gegend, nicht zu weit von Deutschland entfernt, wird ein astronomisches Forschungsinstitut errichtet — natürlich anfangs von nur mäßiger Größe — diesem jedoch als ständiger Beobachtungsstab nur eine relativ kleine Zahl von Astronomen angegliedert; vielmehr wird eine bestimmte Anzahl von Arbeitsplätzen den Gastbeobachtern aus allen deutschen Sternwarten ständig offengehalten. Durch besondere Fonds müßten Mittel sichergestellt werden, damit solche Stipendiaten je nach Bedarf für längere oder kürzere Zeit an dieser Sternwarte arbeiten können. Auf Einzelheiten ihrer Organisation gehe ich im folgenden gesondert ein.

II. Lage des Institutes.

Der Plan der Errichtung einer solchen Sternwarte außerhalb Deutschlands ist schon alt. Er ging ursprünglich von dem Bedürfnis aus, unsere astronomischen Kenntnisse, die sich überwiegend auf die nördliche Hemisphäre beschränkten, auch auf die südliche Hemisphäre ausdehnen zu können. Bei allen Untersuchungen, die sich auf die Struktur des ganzen Kosmos beziehen, ist es selbstverständlich von größter Wichtigkeit, daß sich die Beobachtungsdaten auf die ganze Sternwelt beziehen. Deshalb ging der Wunsch ursprünglich dahin, in südlichen Breiten ergänzende Beobachtungsstationen zu schaffen. Auf deutscher Seite ist dieser Plan nicht zur Ausführung gelangt, doch gibt es in fast allen Ländern südlich des Äquators solche Beobachtungsstationen.

In Südamerika sind es die Nationalsternwarten in Cordoba, La Plata und die Lick-Station bei Santiago; in Südafrika die Sternwarten Johannesburg und Kapstadt (englisch), Blomfontain (amerikanisch); in Java die Sternwarten in Lembang (holländisch); in Australien die im Bau befindliche Sternwarte auf dem Mt. Tromlo.

Durch die Gründungen der letzten Jahrzehnte ist das Bedürfnis nach südlichen Beobachtungsstationen weitgehend befriedigt. Ein dringendes Bedürfnis, weitere solche Stationen zu schaffen, besteht nicht mehr in dem gleichen Maße wie früher.

Verfügte Deutschland über eine hochentwickelte Kolonie auf der südlichen Hemisphäre und wären gleichzeitig die Verhältnisse an den Sternwarten innerhalb Deutschlands selbst befriedigend — wie es z. B. für Amerika gilt, die großen Fortschritte der letzten Jahrzehnte gerade im Hinblick auf die oben skizzierten neuen Probleme sind durchaus von Beobachtern an der nördlichen Hemisphäre erzielt worden —, so wäre es durchaus ratsam, die Errichtung einer südlichen Station ins Auge zu fassen. Wie jedoch die Verhältnisse für die deutsche Astronomie tatsächlich liegen, steht nicht die Frage einer Südstation so sehr im Vordergrund als vielmehr die Frage nach einer modern ausgerüsteten, klimatisch günstig gelegenen Beobachtungsstation als Ergänzung für die Sternwarten des eigenen Landes. Es wäre höchstens im Zusammenhang mit der vorliegenden Fragestellung zu erwägen, ob die südliche Hemisphäre schlechthin günstigere Beobachtungsbedingungen liefert als die nördliche; das ist aber nicht der Fall. Es sprechen vielmehr sehr wichtige Momente dafür, das neue Institut nicht zu fern vom Heimatland zu errichten.

Auf die meteorologische Seite der ganzen Angelegenheit wird am Ende in einem besonderen Abschnitt eingegangen werden; nur soviel sei schon hier gesagt: Die günstigsten Wetterverhältnisse, d. h. geringste Bewölkung des Himmels, scheinen in mittleren Breiten zu herrschen; in der Äquatorzone sind die Verhältnisse nicht wesentlich günstiger als in der nördlichen Breite. Es kommen also in erster Linie in der subtropischen Zone gelegene Länder für das neue Institut in Frage. Bei der Wahl der südlichen Zone wäre man gezwungen, entweder sehr fern vom Heimatlande in Länder relativ niedriger Zivilisationsstufe (südamerikanische Staaten wie Bolivien) oder aber in eine ausgesprochene Kolonie eines europäischen Staates (Südafrika) zu gehen. In beiden Fällen ist die Lage für einen Deutschen schwierig und die Entwicklungsmöglichkeit des Institutes leicht durch politische Faktoren gehemmt.

In der nördlichen subtropischen Zone kommt das ganze Mittelmeerbecken mit sehr günstigen klimatischen Bedingungen in Frage, und zwar Gebiete, die unter griechischer, italienischer, spanischer, türkischer und französischer Oberhoheit stehen. Spanien

müßte bei seiner hochentwickelten Kultur und den günstigen klimatischen Voraussetzungen eine in jeder Hinsicht vorteilhafte Lage zur Errichtung einer Sternwarte gewährleisten.

Der Vorteil der Wahl eines solchen Ortes beruht zugleich darin, daß die neue Sternwarte von Deutschland aus in 2—3 Tagen zu erreichen wäre, so daß ihr Zusammenhang mit dem wissenschaftlichen Leben in der Heimat leicht erhalten werden könnte. Darauf kommt es unbedingt in hohem Maße an.

Eine eingehende meteorologische Prüfung der verschiedenen in Frage kommenden Orte muß die endgültige Entscheidung darüber bringen, wohin die neue Beobachtungsstation zu verlegen wäre.

III. Einrichtung des neuen Instituts.

1. Das wesentlichste Instrument der neuen Sternwarte wird ein lichtstarkes Spiegelteleskop sein müssen. Auf dem Mt. Wilson Observatory befindet sich ein solches Instrument von 2,5 m Öffnung. Der größte Spiegel in Deutschland ist der auf der Babelsberger Sternwarte befindliche von 1,25 m Durchmesser. Es wäre wünschenswert, wenn man dem neuen Spiegelteleskop eine Öffnung von mindestens 1,5—2,0 m geben könnte, bei einem Öffnungsverhältnis von $^1/_3$—$^1/_5$. Die Firma C. Zeiß ist technisch durchaus imstande, ein solches Spiegelteleskop zu konstruieren. Doch ist die Frage der Einzelheiten der Konstruktion eine spätere Sorge.

Mit diesem Spiegelteleskop müssen verbunden sein:

a) ein stationärer, d. h. fest fundierter Prismenspektograph von sehr großem Auflösungsvermögen nach Art des in Potsdam am Einstein-Institut befindlichen,
b) ein regulärer Sternspektograph mit 1—3 Prismen,
c) Photometer mit Photozellen und Thermoelementen und überhaupt alle kleineren Meßapparate, die zur Zeit in Verbindung mit einem Teleskop Verwendung finden.

2. Außer dem Spiegelteleskop sollte man mit der Zeit die Ausrüstung der neuen Sternwarte durch Refraktoren, Astrographen, Meridiankreise und Passageinstrumente ergänzen; es wäre aber zu erwägen, ob es nicht möglich ist, in Deutschland vorhandene Fernrohre nach der neuen Beobachtungsstation zu verpflanzen, um sie dort voll ausnutzen zu können; dadurch könnten sehr wesentliche Ersparnisse gemacht werden.

3. Ferner müssen Meßapparate und Photometer zur Auswertung gewonnener Platten vorhanden sein; nicht allein weil die am neuen Institut ständig tätigen Beobachter in der Lage sein müssen, ihre wissenschaftlichen Forschungen vollständig durchzuführen, sondern weil auch die nur vorübergehend als Gäste aus irgendeiner deutschen Sternwarte tätigen Beobachter jederzeit in der Lage sein müssen, sich ein Urteil zu bilden, wie weit das erhaltene Plattenmaterial den gesetzten Erwartungen entspricht. Es ist öfter der Fehler gemacht worden, daß auf auswärtigen Beobachtungsstationen Plattenmaterial gesammelt wurde, das bei späterer Prüfung in der Heimat sich als nicht ausreichend erwies, weil der Beobachter mit den primitiven Hilfsmitteln, die ihm zur Verfügung standen, sich kein Urteil über die Qualität des erhaltenen Materials hatte bilden können.

4. Es wird sehr wesentlich sein, dem Institut sofort eine leistungsfähige, wenn auch vielleicht anfangs kleine, Werkstatt zu geben, damit Reparaturen und kleine Hilfsapparate an Ort und Stelle ausgeführt werden können.

5. Das Institut muß sofort eine eigene Bibliothek erhalten und die wichtigsten Zeitschriften selbst halten. Es muß nämlich durchaus vermieden werden, daß die an der neuen Station tätigen Astronomen, von aller wissenschaftlichen Literatur abgeschlossen, ihre Tätigkeit ausschließlich als ein Sammeln von Material auffassen. Natürlich werden die aus Deutschland vorübergehend tätigen Wissenschaftler während ihres Aufenthaltes ihr Hauptaugenmerk auf die Gewinnung des Materials richten. Sie müssen aber jederzeit imstande sein, ihren Standpunkt gegenüber dem sie beschäftigenden Problem an der Hand theoretischer Studien zu ergänzen und zu kontrollieren, wozu die Benutzung der Bibliothek und der Zeitschriften nötig ist. *Überhaupt sollte dahin gestrebt werden, die astronomische Arbeitsweise wieder stärker mit theoretischen Gesichtspunkten zu durchsetzen, problematischer zu gestalten und nicht nur als ein fleißiges Sammeln von Tatsachen unter äußerster Verfeinerung der Meßmethoden aufzufassen.* Die an dem neuen Institut tätigen Astronomen dürfen sich deshalb in keiner Weise vom wissenschaftlichen Leben abgetrennt fühlen, und das Institut muß befähigt sein, ein eigenes lebhaftes wissenschaftliches Leben zu entwickeln.

IV. Der Beobachtungsstab des Institutes.

Wieweit allerdings dies der Fall sein wird, das wird von der Wahl des Leiters des Institutes in hohem Maße abhängen, wenn auch die Möglichkeit der Mitarbeit, die mehr oder minder allen deutschen Astronomen gegeben sein wird, ihnen allen die Verantwortung für das Gedeihen der Sternwarte mit in die Hände legt. Trotzdem muß diese Verantwortung tatsächlich einer Hand anvertraut werden; denn nur ein Mann, dessen wissenschaftlicher Name mit dem Gedeihen des Institutes verknüpft ist, und der die Verwirklichung seines wissenschaftlichen Lebens wenigstens für eine Reihe von Jahren in diesem Institut sieht, wird ihm soviel Mühe und Arbeit opfern, wie ein Institut erfordert.

Es darf aber keineswegs nur eine organisatorisch befähigte Persönlichkeit betraut werden, sondern nach Möglichkeit jemand, der neben organisatorischem Können und der Fähigkeit, die deutsche Wissenschaft im Auslande würdig zu vertreten, auch wissenschaftlich einen Rang einnimmt, der ihn befähigt, eine fruchtbare eigene wissenschaftliche Tätigkeit zu entwickeln, anregend zu wirken, und der insbesondere durch ausreichende moderne physikalische Kenntnisse den modernen Problemen der Astronomie lebhaft interessiert gegenübersteht.

Eine Schwierigkeit, auf die ich aber hinweisen möchte, ist folgende: Es wird vielleicht mancher Deutscher mit Recht Bedenken tragen, für lange Zeit seine Heimat zu verlassen, um im fremden Lande unter sicherlich sehr veränderten Lebensbedingungen einen wesentlichen Teil seines Lebens zu verbringen. Darum sollte man eine Lösung dieser Seite der Angelegenheit zu verwirklichen suchen, die dem an dem neuen Institut ständig tätigen Astronomen im Falle der Rückkehr in die Heimat eine Zugehörigkeit zu einer deutschen Sternwarte oder Universität sichert. Dies gilt nicht nur für den Leiter der Sternwarte, sondern auch für seine ständigen Mitarbeiter.

Die vorübergehend auf Grund eines Stipendiums an der Sternwarte wirkenden Astronomen erlangen die Berechtigung hierzu durch einen Antrag an ein Kuratorium, dem die für diese Zwecke verfügbaren Fonds unterstehen. Die Voraussetzung für die Gewährung eines Stipendiums muß ein klar formuliertes Problem und Arbeitsprogramm bilden. Ich halte es für richtig, wenn

der Leiter des Institutes dem Kuratorium jederzeit angehört; denn er übersieht am klarsten die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Forschungsmittel und wird in jedem Falle die Einordnung der verschiedenen Arbeitsprogramme in das Gesamtprogramm der Sternwarte vorzunehmen haben, so daß ihm darum ein gewisses Bestimmungsrecht in allen Fragen des äußeren Dienstes der Sternwarte zustehen muß.

Welche zentrale Behörde die Leitung des Institutes übernimmt, ist eine Frage, die von anderer Seite geregelt werden muß.

Es wäre ferner durchaus zu erwägen, einen oder zwei Arbeitsplätze am neuen Institut, falls dies z. B. auf spanischem Territorium errichtet werden sollte, den spanischen Fachgenossen zur Verfügung zu stellen und in dem Kuratorium des Institutes einer spanischen Vertrauensperson einen Sitz zu gewähren. Außerdem wird es angebracht sein, die lokalen Behörden, in deren Machtbereich das Institut errichtet werden sollte, zu diesem in ein klares Verhältnis zu bringen. Denn es werden sicherlich die erforderlichen Hilfskräfte in der Werkstatt, Beobachtungsgehilfen, Bureauangestellte, Rechenhilfen, aus Einheimischen sich zusammensetzen, und es wird dem Leiter des Institutes die Zusammenarbeit mit diesen Kräften erleichtert sein, wenn ihm eine anerkannte einheimische Autorität in Schlichtungsfällen zur Seite steht.

Es sind dies jedoch Einzelfragen der Organisation, deren Beachtung auf eine spätere Phase verschoben werden kann, wie auch viele andere Einzelheiten der Organisation des Beobachtungsdienstes, zu der die Erfahrungen an dem Mt.-Wilson-Observatorium zu Rate zu ziehen wären.

V. Schlußbetrachtungen.

Ich möchte zum Schluß noch auf eine Frage eingehen, die Erwähnung verdient. Die Verfolgung des im Vorangehenden entwickelten Planes wird bei manchen deutschen Astronomen die Bedenken erregen, daß ihren Instituten dadurch Mittel für Forschungszwecke endgültig entzogen werden könnten. Dies wird schon aus dem Grunde nicht eintreten dürfen, weil die methodischen Vorarbeiten zu den Problemen, die dann oft später an dem neuen Institut ihre endgültige Ausführung finden werden, an den deutschen Sternwarten vorangegangen sein müssen. Überdies werden alle die Aufgaben, die im Rahmen der heutigen Institutsver-

hältnisse in Deutschland in den letzten Jahren verfolgt werden, insbesondere Aufgaben photometrischer und spektralanalytischer Natur ihre Existenzberechtigung weiter behalten und ausgebaut werden müssen.

Man wird allerdings nach Gründung des neuen Institutes nicht mehr an einer deutschen Sternwarte ein großes leistungsfähiges Teleskop errichten, sondern solche großen Investierungen dem neuen Institut zukommen lassen, wo sie nicht allein wegen der günstigen Wetterverhältnisse voll ausgenutzt werden können, sondern auch allen deutschen Astronomen zugute kommen würden.

Kosten.

Über die erforderlichen Kosten ließe sich nur auf Grund eines ins einzelne gehenden Kostenanschlages für Spiegelteleskope, Gebäude usw. eine einigermaßen zuverlässige Einschätzung machen; dieser Seite des zur Diskussion stehenden Planes müßte nähergetreten werden, sobald die Grundzüge seiner Verwirklichung festgelegt sind. Immerhin wird es vielleicht interessieren, wenn ich mitteile, daß nach einer allerdings ganz unverbindlichen Abschätzung eines der Herren der Firma Zeiß man mit einer Ausgabe von etwa einer Million Mark für die erste Anlage mit Spiegelteleskop rechnen müßte, die sich über mehrere Jahre erstrecken wird, da der Bau des Spiegelteleskopes wohl allein 3—4 Jahre dauern wird.

18. Denkschrift über Turbulenz in der freien Luft

Prof. Dr. Wilhelm Schmidt

Eine Untersuchung der Turbulenz in der freien Luft, wie sie im Berichte des Herrn Geheimrats Hergesell angeregt wurde, ist eine im gegenwärtigen Zeitpunkt nicht bloß in theoretischer, sondern auch in praktischer Hinsicht durchaus dankenswerte, ja notwendige Aufgabe. Die Turbulenz, oder mit der allgemeineren Bezeichnung der Austausch, bezieht sich ja nicht einseitig auf die Bewegungsverhältnisse, er bildet vielmehr das vermittelnde Bindeglied zwischen diesen und den davon abhängenden Wärme-, Wasser-, Kohlensäureumsätzen usw., kurz einer ganzen Reihe wichtigster Bestimmungsstücke des Klimas. Um in diesem Gebiet das für die Erkenntnis und Anwendung Wichtige herauszuholen, genügen nun die nach der bisherigen Art angestell-

ten meteorologischen Beobachtungen keineswegs — es muß vielmehr einmal versucht werden, das Wesentlichste möglichst eingehend zu erfassen, um die tatsächlichen Gesetzmäßigkeiten aufzudecken und mit Sicherheit alle Verbindungen mit den Wirkungen der besonderen Bewegungsform einerseits, mit den schon mehr oder weniger bekannten Gesetzen der Strömung anderseits zu beherrschen. Dem durch die Not der letzten Jahre aufgedrängten Theoretisieren würden dann aussichtsreiche und fruchtbare Wege gewiesen.

Gemäß den verschiedenen Seiten, von denen aus die Lösung der Aufgabe in Angriff genommen werden kann, zerfällt ein umfassenderes Arbeitsprogramm in eine Reihe von Teilprogrammen, die aber immer eng zusammenhängen, ja für welche in der Regel gleichzeitige Ausführung am selben Ort erwünscht ist, da sie den Wert der Ergebnisse vervielfacht. Ich gebe im folgenden solche Teilprogramme, erwähne zunächst in kurzen Worten das Wesentliche der Aufgabe, dann die anzustrebenden Bedingungen ihrer Ausführung, schließlich die notwendigen instrumentellen Anordnungen. Auf Einzelheiten ist nur so weit eingegangen, daß daraus die leichte Ausführbarkeit hervorgeht. Ganz genaue Pläne könnten in kurzer Zeit nachgebracht werden.

Da Störungen in der freien Luft von den größten Abmessungen bis herab zu den kleinsten vorkommen, ergibt sich die Notwendigkeit, an ihre Erforschung mit entsprechend abgestuften Mitteln heranzutreten. Die für das Studium der großen Kälteeinbrüche und der dabei auftretenden Wirbelschichten maßgebenden sind schon im Bericht auseinandergesetzt. Des weiteren möchte ich aber, vor allem mit Rücksicht auf den in den Vordergrund gerückten praktischen Zweck der Windausnützung, vorschlagen: eine eingehende Untersuchung der Störungen des Windes durch Hindernisse am Erdboden (Vorschlag I); diese Störungen haben die Größenordnung von Hunderten von Metern bis etwa zu Dekametern herab. Untersuchung der Störungen kleineren Ausmaßes, die Pulsationen von der Dauer einiger Sekunden bedingen; für sie mache ich keinen besonderen Vorschlag, da der gangbare Weg schon im Bericht aufgezeigt wurde. — Untersuchung der Feinstruktur des Windes (Vorschlag II). — Bestimmung der Grenzreibung der bewegten Luft am Boden (Vorschlag III). — Hiermit zusammenhängend Messung der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen über dem Boden (Vorschlag IV).

Damit ist die Untersuchung allerdings schon von der Verfolgung der Bahn des einzelnen Teilchens zu einer mehr statistischen Behandlung

vorgeschritten — so ähnlich etwa, wie in der Gastheorie aus der Molekularbewegung heraus alle ihre Folgen, innere Reibung, Wärmeleitung, Diffussion, erfaßt werden. Die diesen Erscheinungen analogen bilden aber in der freien Luft ein einheitliches Ganzes, und deshalb ist der Versuch, den Austausch als Diffusionserscheinung zu erfassen (Vorschlag V), ein wesentlicher Teil des ganzen Programms. — Um die Beobachtungen wenigstens in ihren wichtigsten Beziehungen aller Art vorzubereiten, ist hierbei eine Kenntnis der senkrechten Verteilung zumindest von Temperatur und Feuchtigkeit in den bodennahen Schichten notwendig (Vorschlag VI). Wenn andere Beziehungen, wie etwa die zum Gehalt der Luft an Kohlensäure, an Emanation, an Luftplankton aller Art, nicht schon an anderen Stellen untersucht werden, könnte man sie gelegentlich mit einbeziehen.

Soweit auch die experimentelle Untersuchung der Turbulenz in Röhren schon fortgeschritten ist, ist doch eine Übertragung ihrer Ergebnisse auf die Verhältnisse im Freien immer noch nicht in größerem Maße durchführbar, weil die entscheidenden Versuche mit geschichteten Flüssigkeiten noch ausstehen. Auf sie bezieht sich Vorschlag VII.

Das hiermit vorgelegte Programm greift aus dem umfassenden Problem der ungeordneten Bewegung in freier Luft jene Teilfragen heraus, die mir bei meiner jahrelagen Beschäftigung mit dem Gegenstand als vor allem für Klärung und weiteren Fortschritt wichtig erschienen. Für ihre Lösung sind durchaus nur mäßige bzw. leicht bereitzustellende Mittel erforderlich. Die entscheidenden Ergebnisse stehen schon in kurzer Zeit zu erwarten, so daß nicht auf lange dauernde Beobachtungen und Registrierungen zu rechnen ist. Auf eines möchte ich indes noch als wesentlich hinweisen: daß die Beobachtungen immer sofort aufgearbeitet werden müssen, denn nur so kann Mängeln in der Versuchsanordnung sofort abgeholfen oder einer durch die Ergebnisse angeregten neuen Fragestellung gleich entsprochen werden.

Als wissenschaftliche Aufgabe hätte eine derartige Untersuchung nur den Zweck, unsere Kenntnis von den Naturvorgängen zu erweitern und zu vertiefen. Immerhin mag es aber am Platze sein, darauf hinzuweisen, daß damit auch eine Reihe praktisch wichtiger Fragen ihrer Lösung nähergebracht wird. Eine solche wäre die nach der Möglichkeit und dem Ausmaß einer Ausnutzung der Windkraft, eine andere die nach den Bedingungen, von denen die für die Luftschiffahrt so unangenehmen Störungen abhängen. Für das Allgemeinwohl vielleicht noch bedeutsamer sind jene, die mit der Land- und Forst-

wirtschaft zusammenhängen. Wenn heute die Bestrebungen dahingehen, die Wirkungen des Klimas abzuändern, die naturgegebenen Grenzen ins Günstigere hin zu verschieben, so ist gerade für die wichtigsten derartigen Aufgaben eine Kenntnis der Austauschverhältnisse in der freien Luft erforderlich. Ohne sie ließe sich — um Beispiele anzuführen — bei Versuchen, den Wasserhaushalt durch künstliche Bewässerung, den Kohlensäurehaushalt durch Kohlensäuredüngung zu beeinflussen, nicht voraussagen, wie weit sich die Wirkung erstrecken wird und ob die Ergebnisse bei Ausführung im großen nicht wesentlich günstiger ausfallen. Und so könnte man eine ganze Reihe von Fragen anführen, die letzten Endes wieder auf Austausch-, Turbulenzverhältnisse zurückführen.

I.

Untersuchung der Störungen des Windes durch Hindernisse am Erdboden.

Im Zusammenhang mit der geplanten Einrichtung eines größeren Anemometernetzes ist es vor allem wichtig, die Störungsfreiheit einer Aufstellung von vornherein beurteilen zu können. Im offenen Gelände liegen zwar die Verhältnisse ziemlich einfach — sie können aber nach unseren heutigen Kenntnissen kaum anders als durch Mutmaßungen beurteilt werden, bei Lagen in einem welligen Gelände, in Senken oder auch nur bei verschieden gestaltetem Bestand der Umgebung (Bäume, Bauwerke). Die recht dürftigen bisherigen Beobachtungen in diesem Gebiet bezogen sich fast ausnahmslos auf Windsummen, also ausgeglichene Geschwindigkeiten; diese allein sind aber nicht ausschlaggebend, vielmehr wäre zu untersuchen, wieweit in die gleichförmige Luftströmung durch jene Hindernisse erhöhte Turbulenz hineingetragen wird. Die Frage hat praktische Bedeutung, da Leistungsfähigkeit und Beanspruchung von Windmotoren wesentlich damit zusammenhängen, und da wohl in vielen Fällen erst daraufhin wird entschieden werden können, ob überhaupt die Aufstellung von solchen Einrichtungen an einem bestimmten Ort zu empfehlen ist. Man erhielte ferner zahlenmäßige Angaben über den Betrag und die Erstreckung der Wirkung von Windbrechern verschiedener Art, mögen sie nun Herabsetzung der mechanischen Kraft auf Pflanzenbestände, eine Minderung der Verdunstung, eine Vermeidung von Schneeverwehungen oder ähnliches bezwecken. Besonders wichtig wäre es für die Luftschiff-

fahrt, zu wissen, wie sich Strömungen und Unruhe bei bewegteren Oberflächenformen gestalten.

Gelöst kann die Frage werden durch Aufstellung einer Reihe von Anemometern, einmal in ebenem Gelände quer über ein Hindernis, etwa eine Allee oder noch besser einen schmalen Waldstreifen hinweg, dann in einem Tal in verschiedener Höhe, entweder über dem Boden oder an einem Hang — so wird man etwas über den Mechanismus örtlicher Winde erfahren —, ferner wäre vielleicht auch daran zu denken, in der Nachbarschaft einer arbeitenden Windmühle die Beeinflussung der Luft zu untersuchen. Es sollen dadurch nur die gesetzmäßigen Beziehungen grundsätzlich festgelegt werden; man wird also, besonders wenn die äußeren Witterungsbedingungen günstig sind, nur verhältnismäßig kurze Beobachtungsreihen brauchen; vielleicht genügen schon Wochen.

Notwendig wären hierzu registrierende Anemometer, die Augenblickswerte der Geschwindigkeit geben; wenn nun nach dem vorliegenden Plan tatsächlich eine größere Zahl solcher beschafft werden soll, so wäre es schon für die Bedeutung der späteren Dauerbeobachtungen am günstigsten, diese alle vor ihrer endgültigen Aufstellung auf kürzere Zeit an einem oder zwei Plätzen zu vereinigen und hier intensive Beobachtungen anstellen zu lassen, bevor man zu den späteren extensiven übergeht. Hierbei gewönne man noch den Vorteil einer entsprechenden Erprobung und Vergleichung der Instrumente.

II.

Registrierung der Feinstruktur des Windes.

Mit allen den Hilfsmitteln, die irgendwie bewegte Teile benutzen, kann man wegen der durch die Massenträgheit verursachten Störung die Struktur des Windes nur bis zu einem bestimmten Grad verfolgen; die feinsten Einzelheiten entgehen immer, sind auch nicht mit Hilfe von Pilotballonen oder dem Zug von Drachenleinen zu bekommen. Man sollte sie aber wenigstens einmal mit genügender Feinheit festgestellt haben, denn in ihnen liegt mit eine Erklärung des Entstehens der Turbulenz, des dynamisch erzeugten Austausches; sie könnten auch den notwendigen Anschluß an die Untersuchungen im Laboratorium bieten.

Vorzunehmen sind solche Messungen über möglichst ebenem, seiner

Bedeckung nach möglichst definiertem Boden; es dürfte vorläufig noch nicht viel Sinn haben, auf die verschiedenen Bodenbedeckungen einzugehen, am ehesten ließe sich der Gegensatz Wasser — Land behandeln. Große Unterschiede sind aber zu gewärtigen in verschiedenen, bereits mäßigen Höhen über dem Boden.

Als Instrument schlage ich vor: eine Metallkugel, durchlöchert, damit die verschiedene Ausbildung der Wirbelschicht nicht störe, wird als Widerstandskörper an einem Hebelarm in den Wind gehalten. Der Hebel wird nahe an seinem Drehungspunkt gegen einen elektrisch gut isolierten Quarz- oder Turmalinkristall gepreßt. Ändert sich der Druck des Windes gegen die Kugel, so ändert sich auch der Druck, den der Hebel auf den Quarz oder Turmalin ausübt, es entsteht an beiden Enden der als Piezoelektrizität bekannte Spannungszustand, und dessen Schwankungen brauchen bloß durch ein geeignetes (Einfaden-) Elektrometer angezeigt und registriert zu werden. Die Einzelbestandteile des Apparates sind alle einfach, die Schwierigkeit, die aber allem Anschein nach leicht überwunden werden kann, liegt darin, daß man die auf wechselnder Ladung gehaltenen Teile möglichst gegen Ableitung schützen muß. Wünschenswert wäre es, alle drei Komponenten der Bewegung zu registrieren, nicht nacheinander, sondern gleichzeitig.

Bemerkt mag noch werden, daß genau die gleiche Anordnung zur Bestimmung der Pulsationen im Wasser, denen man auch schon verschiedentlich beizukommen versucht hat, geeignet ist.

III.

Bestimmung der Grenzreibung der bewegten Luft am Boden.

Eine Kenntnis der scherenden Reibung, die die bewegte Luft an der Erdoberfläche ausübt, ist wichtig: ihr Auftreten ist ja der Ausdruck für das Bestehen einer virtuellen Reibung zwischen den einzelnen strömenden Schichten, für den Transport von Bewegungsgröße aus der Höhe abwärts. Sie gibt bei gleichzeitiger Kenntnis der Windgeschwindigkeit die obere Grenze für die überhaupt ausnutzbare Windenergie, ohne daß umständliche Untersuchungen darüber notwendig wären, wie sich die Strömung hinter Windrädern usw. ändert. Bei gleichzeitiger Kenntnis des Gefälles der Windgeschwindigkeit (vgl. Vorschlag IV) ergeben sich sofort die Absolutwerte der Größe des Aus-

tausches, der Turbulenz, in den verschiedenen Höhen über dem Boden. Die wenigen bisher erhaltenen Werte der scherenden Reibungskraft gehen sehr weit auseinander: sie konnten entweder nur auf einem Umweg erhalten werden — z. B. Schiefstellung der Meeresfläche bei Sturmfluten — oder aus recht unzuverlässigen Einzelmessungen — Beobachtung der Biegung von Halmen im Winde und Ermittlung der hierzu notwendigen Kraft.

Da die Reibung am Boden sicher von großer Bedeutung ist für die Ausbildung der Strömungen in der freien Luft, wären zunächst Beobachtungen an beiden Extremen vorzunehmen: Wasserfläche und festem Boden; bei letzterem vielleicht mit Vorteil bei verschiedener Bedeckung: bei nacktem, dann zunehmendem Graswuchs.

Ausgeführt können die Messungen bei Wasser dadurch werden, daß man ein größeres Becken (Vorschlag 2 × 3 m) als Floß in einem See schwimmen läßt, doch so, daß der Rand möglichst wenig über die Oberfläche emporragt. In diesem Becken, das im wesentlichen bloß zur Beruhigung dient, schwimmt ein kleineres, das eigentliche Meßgefäß. Die Scherkraft, mit der das innere Gefäß vorgeschoben wird, ist durch einfache, aber empfindliche Registriervorrichtung zu messen. Da aber die Scherkraft genügend genau proportional ist der lebendigen Kraft des Windes, also dem Quadrat der Windgeschwindigkeit, wäre es von Vorteil, nicht die recht wechselnde Scherkraft selbst zu bestimmen, sondern ihr Verhältnis zu dem Widerstand, den ein geeignet ausgebildeter kugel- oder plattenförmiger Körper im Winde findet. Die Vorrichtung hierzu wäre ziemlich einfach. — Größeren Aufwand bedarf die entsprechende Einrichtung für die Ermittlung der Scherkraft an festem Boden. Ein Vorschlag wäre folgender: Ein mit Erde gefüllter Trog aus Eisenblech von etwa der gleichen Fläche, wie oben angegeben, oder kleinerer hängt an drei Strahldrahtseilen von einem mindestens 2 m hohen Galgen herab. Unter dem Trog, der nur etwa 20 cm Tiefe hat, ist der Erdboden ausgehoben, so daß der Trogrand eben mit der Erdoberfläche ringsum abschneidet und nur ein schmaler Spalt rings frei bleibt. Man registriert entweder die Scherkraft unmittelbar oder besser, wie oben angegeben, das Verhältnis der Scherkraft zum Windwiderstand an geeignetem Widerstandskörper. Die Aufstellung muß so gewählt sein, daß die vorherrschenden Winde ganz ungestört herankommen können, die beweglichen Teile der Konstruktion sind sorgfältig gegen Winddruck zu schützen. Im besonderen ist darauf zu achten, daß der Trog immer genau gleich bestanden ist wie

die Umgebung, etwa in der zeitlichen Reihenfolge freie Sandfläche, niedrige Halme, hohes Korn.

IV.

Messung der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen über dem Boden.

Sie bietet das einfachste Mittel, die relative Verteilung des Austausches in den einzelnen Höhen zu bestimmen, eine Größe, die für alle anderen meteorologischen Erscheinungen mit eine Rolle spielt. Es kommt hierbei nicht so sehr auf Mittelwerte an als vielmehr auf Augenblickswerte. Die einzigen unter allen bisher veröffentlichten Reihen derartiger Messungsergebnisse, die den zu machenden Anforderungen auch in dieser Richtung entsprechen, sind tatsächlich nur ganz wenig an Zahl, Gelegenheitsbeobachtungen, die vor mehr als 40 Jahren in England angestellt wurden. Sie wiesen, trotz ihrer Ungenauigkeit, auf dasselbe Gesetz der Verteilung der Turbulenz in freier Luft nahe am Boden hin, wie man es erst vor einigen Jahren aus rein hydrodynamischen Untersuchungen im Laboratorium in strömenden Flüssigkeiten nahe der Wand gefunden hat. Sollte sich dieses Nebeneinandergehen bei weiteren Versuchen als wirklich durch dasselbe Gesetz bedingt ergeben, so wäre damit ein großer Schritt vorwärts getan, insofern Modellversuche sofort auch für die Vorgänge im Freien herangezogen und die dort gefundenen Gesetze auf diese übertragen werden können. Umgekehrt wäre auch eine Befruchtung der hydrodynamischen Forschung aus der Ausdehnung auf meteorologische Vorgänge, für die nach bestimmten Seiten hin doch schon gewaltiger Stoff und viele Erfahrung vorliegt, recht wahrscheinlich.

Ort solcher Messungen: im allgemeinen ebenes Gelände von möglichst gut definierter, aber von Fall zu Fall stark verschiedener Bodenbeschaffenheit, Sandboden, Wiese, Wald, äußerst wichtig aber Wasserfläche, und zwar neben ruhiger auch verschieden rasch bewegte (großer Strom) mit Geschwindigkeiten im Sinne und gegen den Sinn des Windes. Man könnte dadurch etwas wie die von den Hydrodynamikern gebrauchte Rauhigkeitszahl erhalten bzw. abschätzen. Es scheint aber ganz allgemein auch der Ablenkungswinkel des Windes gegenüber dem Luftdruckgefälle im wesentlichen von dieser Rauhigkeit abzuhängen.

Auszuführen wären diese Messungen entweder, wenn man die ent-

sprechende Anzahl von Handanemometern besitzt (dürften vom Feldwetterdienst her noch vorhanden sein), durch unmittelbare Ablesung in kürzeren Zeitabständen, doch ist dies nur dort möglich, wo mehrere Beobachter wenigstens einige Zeit hindurch zur Verfügung stehen. Idealer wären Registrierungen, wie sie vor einer Reihe von Jahren auf den Nuthewiesen bei Potsdam gemacht wurden (Hellmann). Das Material dürfte noch vorliegen, wahrscheinlich in Potsdam, es müßte aber nicht auf Mittelwerte über längere Zeiten hin ausgewertet werden, sondern auf solche über möglichst kurze Zeiträume. Vielleicht sind Stundenintervalle schon zu lang. Es wäre vielleicht daran zu denken (vgl. Vorschlag I), die in Aussicht genommenen Anemometer für eine kurze Zeit auch für diesen Zweck zu verwenden.

V.

Versuche, den Austausch als Diffusionserscheinung zu erfassen.

Die Gesetze des Austausches sind die einer Diffusion (ebenso einer Wärmeleitung, einer Reibung), nur mit dem Unterschied, daß der Koeffizient der Diffusion nicht eine Konstante ist, sondern nach äußeren Umständen örtlich und zeitlich wechselt. Man kann den Austausch erfassen, einerseits bloß von seinen Wirkungen aus (Änderung der Lufttemperatur oder anderer meteorologischer Elemente unter bekannten äußeren Einflüssen), anderseits durch ein Zurückgehen auf die Einzelbewegungen und Umsätze. Dieser Weg ist aber bei dem zufälligen Charakter der Strömung nur mehr mit Hilfe statistischer Methoden, also auf Grund vieler Einzelmessungen, gangbar. Sowie man, wenigstens ideell, wenn auch sehr stark abgeschwächt, in der Brownschen Bewegung tatsächlich die Molekularbewegung im einzelnen verfolgen oder sich vorstellen kann, so ist ein Verfolgen einzelner Luftteilchen zwar nicht direkt möglich, wohl aber durch Verfolgen eines Pilotballons. Die Gesamtheit jener Punkte, die der Ballon nach bestimmten, nicht zu langen zeitlichen Zwischenräumen einnimmt, bildet eine auf das Gesetz der Diffusion hin prüfbare Menge (Vorschlag Hergesell). Der andere Weg, jener einer unmittelbaren statistischen Erfassung, würde darin bestehen, der Luft, während sie strömt, einen bestimmten meßbaren oder zählbaren Zusatz zu erteilen und weiter rückwärts in der Windrichtung zu bestimmen, wieweit sich jener Zusatz verteilt hat.

Man könnte noch weitere, der Theorie nach verwickeltere, der praktischen Anwendung nach einfachere Möglichkeiten angeben.

Die Messungen sollten sich über verschiedene Unterlagen erstrecken, weit wichtiger ist aber ein Erfassen der Zeiten verschiedenen Austausches, insbesondere des Gegensatzes Morgen — Nachmittag, und, wenn möglich, der verschiedenen Höhen über dem Boden.

Die Hilfsmittel, die Bahn eines Pilotballons in kleinen Einzelheiten auszuwerten, wurden bereits erwähnt: Kinematographenapparat, etwa auf eine angehängte Flamme eingestellt, für Versuche in der Nacht. Bei Tage müßte man wohl eine stark reflektierende Kugel benutzen, um gute Bilder zu erhalten. Wünschenswert wäre Registrierung von drei verschiedenen Seiten, um die Bahn räumlich vollkommen zu erfassen, notwendig in diesem Fall eine Zeitmarkierung, etwa durch elektrisch betätigte Blenden, zur Erfassung gleicher Zeiten. — Für die eigentlichen Diffusionsversuche erscheint am besten: entweder — wenn man zählbare Mengen zur Verfügung haben will — in einem bestimmten Punkt Lykopodiumstaub oder ähnliches an die Luft zu übergeben, von diesem weiter hinten in der Windrichtung einen Teil durch waagerecht gespannte in verschiedener Höhe angebrachte mit klebrigem Anstrich versehene Bänder aufzufangen oder aber der Luft Kohlensäure zuzuführen, die man aus einem waagerecht gestellten windschnittigen Rohr durch feine Löcher austreten läßt, und weiter rückwärts durch Ansaugen von Proben in Gefäße zu bestimmen, wie sie sich räumlich verteilt hat. Dieses Verfahren scheint das bequemste und genaueste zu sein. Kurz erwähnen möchte ich noch die Möglichkeit, aus der Länge einer Dampffahne, die aus einem kleinen Dampfkesselchen strömt, auf den Austausch zu schließen.

VI.

Bestimmung der senkrechten Verteilung von Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt in den bodennahen Luftschichten.

Diese hängen unmittelbar mit dem Grad der Turbulenz der Luft, mit dem „Austausch", zusammen, ja sie bilden mit die Grundlagen für die wichtigsten theoretischen Anwendungen der ganzen Austauschtheorie: z. B. der auf den Wärmehaushalt der Erdoberfläche und damit auf das Klima in seiner Abhängigkeit von der Unterlage (Wasser

und Land als Extreme) — oder der auf den tatsächlichen Betrag der Verdunstung von größeren Landstrichen. Gerade hier spielen aber auch die verschiedensten praktischen Interessen mit, was ja schon dazu geführt hat, daß ähnliche Messungen an einzelnen Stellen für besondere Zwecke angestellt wurden (preußisches Netz) oder werden (bayerisches Netz).

Besonders in der Nähe des Bodens, etwa bis 1—2 m hinauf, müßte genau gemessen werden, doch würden Angaben bis etwa 20 m ebenso erwünscht und brauchbar sein. Wegen der weiteren Zusammenhänge wäre unbedingt Bestimmung der Bodentemperatur anzustreben. Die ganzen Beobachtungen hätten gleichzeitig mit solchen der Bestimmung der Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen zu erfolgen, da man so eine erwünschte Stütze, Kenntnis der ausschlaggebenden äußeren Umstände und eine Erhöhung der Genauigkeit erhält. Im Hinblick auf das verschiedene Verhalten der Unterlage wäre wieder anzustreben: Messung über Wasserflächen, nacktem Boden, Wiesen, über (nicht im) Wald.

Da es sich im wesentlichen um das Gefälle der Temperatur und der Feuchtigkeit handelt, wird an instrumenteller Einrichtung eine solche vorgeschlagen, die statt des zeitlichen Verlaufes von Temperatur und Feuchtigkeit in verschiedene Höhen sofort die vertikale Verteilung liefert, die in einem bestimmten Zeitpunkt herrscht. So etwa, daß man sie in ein Koordinatensystem eintragen könnte; Temperaturabszisse, Höheordinate. Der Vorteil liegt darin, daß keine längeren Auswertungen, die erfahrungsgemäß nicht sofort vorgenommen werden, notwendig sind, daß ferner Instrumentfehler nur sehr stark abgeschwächt zur Geltung kommen. Für geringe Höhenunterschiede, etwa bis 3 m hinauf und in den Boden hinein, wäre eine Einrichtung im wesentlichen schon vorhanden und bereits, wenigstens für Lufttemperatur, gelegentlich benutzt worden: Thermoelement mit Schleifengalvanometer. Ein Apparat, der z. B. beim Auf- und Abziehen längs eines gespannten Drahtes gleich die gewünschten Angaben liefert, ist noch nicht gebaut, dürfte aber keinerlei Schwierigkeiten liefern, wenigstens nicht für Temperatur; etwas schwieriger dürfte es sein, einen vollkommen befriedigend arbeitenden Apparat für die entsprechenden Aufzeichnungen des Feuchtigkeitsgehaltes zu bauen.

Je vollständiger gleichzeitige Angaben der Strahlung der Sonne, Ausstrahlung gegen den Himmel, des Wärmeumsatzes im Boden vorliegen, desto ausgiebiger kann der gesammelte Stoff verwendet werden.

VII.

Laboratoriumsversuche im Zusammenhange mit der Turbulenz in der freien Luft.

Der turbulente Charakter der Strömung in der freien Luft war schon lange bekannt und wenigstens nach einer Seite hin studiert worden, ehe man die Gesetze dieser besonderen Strömungsform im kleinen, vor allem bei Rohrströmung, festzulegen versuchte. Tatsächlich gingen die Erkenntnisse auf beiden Gebieten nebeneinander her, ohne daß all das Gemeinsame wirklich ausgeschöpft worden wäre. Das hatte wohl zwei Gründe: die Abmessungen der Strömungen im Freien unterscheiden sich immerhin ganz wesentlich von denen bei den Versuchen — Übertragung von diesen letzteren weg bedeutet immer eine unsichere Extrapolation —, dann aber befaßten sich die Laboratoriumsversuche im wesentlichen mit ungeschichteten einheitlichen Flüssigkeiten — in der freien Luft dagegen wirkt die Schichtung oft ausschlaggebend mit. Jenem ersteren Gegensatz wird durch die vorgeschlagene Untersuchung der Turbulenz in der freien Luft bis ins einzelne hinein Rechnung getragen, der zweite erfordert aber dringend die Anstellung von Strömungsversuchen mit geschichteten Flüssigkeiten mit dem Zweck, zu erforschen, wann hierbei der Umschlag aus der laminaren in die turbulente Strömung eintritt, welche Bedeutung die Reynoldssche Zahl hat, wie die Bewegungen abgeändert werden usw. Die Versuche versprechen wichtige Erkenntnis für die Theorie an und für sich, dann aber auch die Möglichkeit einer Übertragung der Ergebnisse auf die Zustände in der freien Luft, in der das Ausmaß der Turbulenz nicht durch feste Wände, sondern durch stabile Luftschichten (Sperrschichten und insbesondere Stratosphäre) begrenzt ist.

19. Denkschrift über Inlandeis-Expedition nach Grönland

Dr. Prof. Alfred Wegener

Vorbemerkungen über die Entstehung des Planes.

Der Plan ist aus einer Verschmelzung dreier, in ihren Anfängen unabhängig voneinander entstandenen Bestrebungen hervorgegangen.

Schon auf der Danmark-Expedition nach Nordostgrönland 1906 bis 1908, unter Leitung von Mylius-Erichsen, habe ich, abgesehen

von Hundeschlittenreisen zwischen 74 und 81 Grad Breite, auch an einer Handschlittenreise auf dem Inlandeise teilgenommen und dabei die Erscheinungen der Randzone desselben aus eigener Anschauung kennengelernt. Außer den meteorologischen Beobachtungen dieser Expedition habe ich dann gemeinsam mit dem Kartographen Hauptmann J. P. Koch auch die glaziologischen Beobachtungen bearbeitet[1]). Aus dieser Zusammenarbeit entstand der gemeinsame Plan der „Dänischen Expedition nach Königin-Louise-Land und quer durch das Inlandeis Nordgrönlands unter Leitung von J. P. Koch", der 1912/13 verwirklicht wurde, und eine Überwinterung auf dem Inlandeise in der östlichen Randzone und eine Durchquerung von Nordost nach Südwest umfaßte. Hier wurden als Zugtiere isländische Pferde verwendet. Die wissenschaftlichen Untersuchungen, die lediglich das Inlandeis und sein Klima betrafen, konnten hier bereits im Vergleich zur Danmark-Expedition wesentlich vertieft werden. Unter anderem konnten hier Temperaturmessungen in Bohrlöchern bis 24 m Tiefe durchgeführt werden. Die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Expedition, die jetzt vollständig bearbeitet vorliegen[2]), liefern nun zusammen mit denen der früheren Durchquerungen von Nansen und de Quervain über die Naturverhältnisse auf dem zentralen Teil der Eiskappe und die sich dort ergebenden wissenschaftlichen Aufgaben soviel Orientierung, daß die Vorbedingungen für eine systematischere Erforschung derselben gegeben erscheinen. In der Tat hatten J. P. Koch und A. Wegener eine neue gemeinsame Expedition geplant, die ihre Inlandeisforschungen zum Abschluß bringen sollte, und auf der insbesondere eine Überwinterungsstation im zentralen Firngebiet, ferner Eisdickenmessungen, Schweremessungen und eine trigonometrische Höhenmessung in Aussicht genommen war. Durch Kochs Anfang 1928 erfolgten Tod ist dieser Plan einer gemeinsamen Expedition unmöglich gemacht worden, und es ist eine naturgemäße Entwicklung, daß die Aufgabe nunmehr von einer deutschen Expedition unter A. Wegeners Leitung verwirklicht wird.

In besonders glücklicher Weise begegnet sich dieser Plan mit denen

---

[1]) J. P. Koch und A. Wegener, Die glaciologischen Beobachtungen der Danmark-Expedition. Meddelelser om Grönland Bd. XLVI (Danmark-Ekspeditionen usw. Bd. VI Nr. 1).

[2]) J. P. Koch und A. Wegener, Wissenschaftliche Ergebnisse der Dänischen Expedition nach Königin Louise-Land und quer über das Inlandeis 1912/13. Im Druck in Meddelelser om Grönland.

der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und von Prof. Meinardus-Göttingen. Die Notgemeinschaft hat bereits vor mehreren Jahren die Organisation der Ausbildung und des Ausbaues von Methoden und Apparaturen zur Erschließung der obersten Erdrindenschichten angeregt, die nach vorausgegangenen Einzelberatungen besonders durch eine am 14. Mai 1925 in Göttingen abgehaltene Besprechung gefördert wurde, und sie stellte im Anschluß hieran Geh. Rat Wiechert-Göttingen und anderen Stellen größere Mittel dafür zur Verfügung. Prof. Meinardus-Göttingen trat nun in einem Vortrag in der deutschen geophysikalischen Gesellschaft im Dezember 1925 mit dem Vorschlag hervor, diese Methoden zur Messung der Inlandeisdicke zu verwenden und gab die Anregung dazu, daß Geh. Rat Wiechert die Untersuchungen in seinem geophysikalischen Institut diesem speziellen Problem zuwandte und mit Unterstützung der Notgemeinschaft durch Dr. Mothes ein Instrumentarium ausbauen ließ, das von letzterem bereits im Sommer 1926 auf dem Hintereisferner in den Ötztaler Alpen mit Erfolg zur Eisdickenmessung benutzt werden konnte[1]).

Gemeinsam mit Herrn Geh. Rat Wiechert schlug Prof. Meinardus sodann der Notgemeinschaft vor, diese Versuche auf das grönländische Inlandeis auszudehnen, und letztere regte wiederum an, wegen der Durchführung dieser Unternehmung mit mir Fühlung zu nehmen. Es war mir daher höchst willkommen, als Prof. Meinardus mir die Frage vorlegte, ob ich bereit sei, die Leitung dieser Eisdickenmessungen in Grönland zu übernehmen, denn diese bildeten ja einen Teil meines eigenen Planes, den ich gerade der Notgemeinschaft vorzulegen im Begriffe war.

Drittens ist zu erwähnen, daß Dr. Georgi-Hamburg bereits in den Sommern 1926 und 1927 mit Unterstützung der Notgemeinschaft und der Hamburgischen Universität Pilotballonaufstiege auf Nordwestisland ausgeführt hat und im weiteren Verfolg dieser Untersuchungen den Plan einer aerologischen Überwinterungsstation an der grönländischen Ostküste bei Nualik nordöstlich von Angmagsalik betrieb, wobei für später auch eine Überwinterungsstation auf dem grönländischen Inlandeise ins Auge gefaßt war[2]). Auch diese Pläne decken

[1]) H. Mothes, Seismische Dickenmessungen von Gletschern (Dissertation Göttingen), Zeitschrift für Geophysik, Band 3, 1927, S. 121—134.

[2]) J. Georgi, Aerologie der hohen Breiten und große Zirkulation, Arktis, Bd. 1, Heft 3/4, 1928, S. 83—96.

sich zum großen Teil mit dem klimatologischen und aerologischen Teil meines hier vorgelegten Programms und würden durch Beitritt von Dr. Georgi zur vorliegenden Expedition mit dieser verschmolzen werden.

I. Die wissenschaftlichen Aufgaben.

Bekanntlich war Norddeutschland in der letzten geologischen Periode zu wiederholten Malen von mächtigen Inlandeismassen überschwemmt, die von Skandinavien ausstrahlten. Mit dem Studium der wechselnden Ablagerungen und der Klimaänderungen dieser Zeit beschäftigt sich mit Recht eine außerordentlich große Zahl von Gelehrten in Europa; handelt es sich doch um die Zeit des ersten Auftretens des Menschen und um die Bedingungen seiner Entwicklung. Alle diese Untersuchungen setzen aber eine genaue Kenntnis des Inlandeises und seines Klimas voraus, die wir heute nur an zwei Stellen, in Grönland und in der Antarktis studieren können. So ist die Untersuchung des am leichtesten erreichbaren grönländischen Inlandeises, abgesehen von ihrer allgemeinen Bedeutung, auch notwendig für ein volles Verständnis unserer heimatlichen Vorzeit.

Bei einer systematischen Inlandeisforschung müssen glaziologische und meteorologische Untersuchungen Hand in Hand gehen, da die bezüglichen Probleme miteinander verquickt sind. Inlandeis ist ein Produkt des Klimas, beeinflußt aber seinerseits wieder das Klima durch Ausbildung der glazialen Antizyklone. Die glaziologische Frage der Ernährung des Inlandeises hängt unmittelbar mit der meteorologischen Frage der Niederschlagsmenge, teilweise auch der Reifbildung, zusammen. Die Temperatur im Innern des Eises und Firns hängt in erster Linie von der Lufttemperatur ab usw. Die von der Expedition zu behandelnden Einzelaufgaben sind daher entweder glaziologischer oder meteorologischer Art. Es sind folgende:

A. Glaziologie.

1. Messung der Dicke des Inlandeises. Es ist ohne weiteres klar, daß fast für alle das Inlandeis betreffenden Fragen die Kenntnis seiner Mächtigkeit von grundlegender Bedeutung ist. Es erübrigt sich, dies im einzelnen auszuführen. Bisher sind wir in dieser Hinsicht lediglich auf Schätzungen angewiesen. Eine solche, kürzlich von Prof. Meinardus auf indirektem Wege durchgeführte Schätzung ergab

für das grönländische Inlandeis eine mittlere Mächtigkeit von etwa 1800 m, so daß die größte Mächtigkeit im zentralen Teil über 2000 m betragen dürfte. Die direkte Messung dieser Eisdicke ist jetzt durch die Entwicklung der geophysikalischen Aufschließungsmethoden in den Bereich der Möglichkeit gerückt. Insbesondere hat Dr. Mothes am geophysikalischen Institut in Göttingen in den letzten Jahren eine seismische Methode ausgearbeitet und bereits 1926 und nach Verbesserung erneut 1928 auf dem Hintereisferner praktisch erprobt bei welcher Sprengungen auf der Eisoberfläche veranstaltet und die dabei erzeugten elastischen Wellen, die teilweise vom Untergrund reflektiert werden, in passender Entfernung mit einem kleinen Vertikalseismographen registriert werden. Die Methode ist schon jetzt brauchbar und wird noch weiter verbessert.

Eine zweite Methode, bei welcher dasselbe Prinzip benutzt, aber der Empfang auf dem Wege über ein Mikrophon elektrisch registriert wird, ist auf der Reichsanstalt für Erdbebenforschung in Jena unter Leitung von Geheimrat Hecker ausgebildet und 1928 auch bereits durch Dr. Meißer auf dem Hintereisferner mit Erfolg erprobt worden. Ihre Empfindlichkeit steht vorläufig noch hinter der der Göttinger Methode zurück, soll aber noch erhöht werden.

Auch eine elektrische Methode, bei der die Feldänderung einer auf dem Eise ausgelegten Antenne durch den leitenden Untergrund desselben gemessen wird, ist bereits durch einen Göttinger Doktoranden ausgebildet und an Alpengletschern erprobt. Auch ihre Weiterentwicklung kommt in Frage.

Ob es möglich sein wird, mit der magnetischen Feldwage von Ad. Schmidt, die sich wegen ihres geringen Gewichtes und leichter Bedienung besonders für Schlittenreisen eignen würde, brauchbare Relativwerte der Eisdicke zu erhalten, müßten erst Vorversuche in Grönland lehren. Bei solchen, die 1928 an den freilich viel dünneren Alpengletschern ausgeführt wurden, konnte eine Entscheidung hierüber noch nicht erzielt werden.

Bei der praktischen Durchführung der Messungen in Grönland muß man jedenfalls berücksichtigen, daß dieselben wegen der Inhomogenität des Inlandeises und wegen der Dämpfung der Wellen im Firn durch dessen Luftgehalt unvergleichlich viel schwieriger und zeitraubender sind als etwa die Messung der Meerestiefe mit dem Echolot. Namentlich die wichtigsten Messungen im zentralen Firngebiet werden wahrscheinlich nur dann glücken, wenn sowohl die Sprengung wie die

Registrierung am Boden von tiefen Schächten ausgeführt werden. Nimmt man dazu die Notwendigkeit, zunächst zur Bestimmung der Wellengeschwindigkeit im Firn eine Reihe von Sprengungen in verschiedenen Abständen von der Registrierung durchzuführen, so ergibt sich, daß ein Aufenthalt von einigen Monaten, am besten eine Überwinterung im zentralen Firngebiet für diese Aufgabe wünschenswert ist. Will man längs eines westöstlichen Querschnitts durch Grönland die Eisdicke vom Rande bis zur Mitte einigermaßen kontinuierlich verfolgen können, so ist außerdem eine zweite Winterstation auf dem Inlandeise in dessen Randgebiet wünschenswert, wo ein zweiter Spezialist mit einem zweiten Instrumentarium sich der gleichen Aufgabe widmet, sowie möglichst zahlreiche Schlittenreisen zwischen beiden Stationen in den günstigen Reisemonaten.

2. Trigonometrische Höhenmessung der Inlandeiskappe. Die Seehöhen auf dem Inlandeise sind bisher stets nur auf barometrischem Wege gemessen worden. Die Berechnung geschieht schrittweise von Zeltplatz zu Zeltplatz, indem jedesmal Temperatur und Luftdruck gemessen werden. Diese Berechnung ist aus verschiedenen Gründen sehr ungenau. Erstens treten in der Marschzeit, die zwischen den beiden Ablesungen liegt, zeitliche Änderungen des Luftdrucks ein, die sich nur sehr ungenau mit Hilfe der grönländischen Küstenstationen oder mit Hilfe der auf den Zeltplätzen selbst zwischen Ankunft und Aufbruch beobachteten Druckänderung abschätzen lassen. Zweitens aber liegen die beiden Zeltplätze im allgemeinen in verschiedenen Abständen vom Zentrum der glazialen Antizyklone, und folglich steckt in dem gemessenen Druckunterschied noch die horizontale Druckzunahme nach dem Innern dieser Antizyklone, die sich nur sehr roh auf Grund der Windstärke unter Heranziehung europäischer Analogien abschätzen läßt. Dieser letzte Punkt ist besonders bedenklich, denn wir sind hier genötigt, ein Element, das durch Beobachtung bestimmt werden sollte und dann großes Interesse böte, nämlich die Druckzunahme nach dem Innern der glazialen Antizyklone oder kurz deren Stärke, durch bloße Schätzung zu ermitteln.

So sind alle barometrischen Höhenmessungen auf dem Inlandeise mit Unsicherheiten behaftet, die 100 m und mehr erreichen können, so daß es jedenfalls auf dieser Grundlage nicht möglich ist, bei späterer Wiederholung der Messung ein zuverlässiges Urteil zu gewinnen, ob die Höhe des Inlandeises im Wachsen oder im Abnehmen begriffen ist.

Wird dagegen die Höhe des Inlandeises von der Küste bis zur

Mitte auf trigonometrischem Wege ermittelt, so ist damit eine Genauigkeit von schätzungsweise 10 m zu erreichen, was für die genannte Frage ausreichend ist.

Zugleich wird aber durch eine solche vom Luftdruck unabhängige Höhenmessung erst die Möglichkeit gegeben, die Luftdruckmessungen an einer Winterstation im zentralen Firngebiet vollständig meteorologisch zu verwerten, insbesondere kann nunmehr die horizontale Druckzunahme nach dem Innern der glazialen Antizyklone exakt gemessen und ihre Schwankungen mit der Wetterlage verfolgt werden. Die trigonometrische Höhenmessung dient also gleichzeitig glaziologischen und meteorologischen Zwecken.

Diese Messungen erfordern gegenseitiges Anvisieren (mit Hildebrandtschen Reisetheodoliten) von zwei noch in Sicht voneinander gelegenen Punkten auf der Durchquerungsroute sowie Messung des Abstandes der beiden Punkte mit dem Meßrad (Hodometer). Diese Messungen müssen schrittweise von der Küste bis zur zentralen Firnstation durchgeführt werden. Sie verlangen zwar einen beträchtlichen Aufwand an Zeit und Arbeitskraft auf den Schlittenreisen, sind aber mit einem seit langem in der Arktis erprobten Instrumentarium durchzuführen. Als Nebenergebnis liefern sie den Betrag der terrestrischen Refraktion, die auf dem Inlandeise vermutlich abnorm hohe Werte aufweist und deshalb von Interesse ist, zumal wenn dabei auch die vertikale Temperaturverteilung in den untersten zwei Metern mit beobachtet wird.

3. Schweremessungen. In Verbindung mit den übrigen Aufgaben wäre auch die Messung der Schwere durch Pendelbeobachtungen längs einer Route über das Inlandeis von großem Interesse, da diese Beobachtungen Aufschluß darüber geben könnten, ob das Land unter der Last des Inlandeises sich um einen entsprechenden Betrag gesenkt hat, also Isostasie herrscht, oder ob das Inlandeis nur als Zusatzmasse auf dem Lande liegt. Auch würden Schweremessungen mit dazu beitragen, die Ergebnisse der Eisdickenmessungen noch weiter abzustützen, und würden natürlich auch ihrerseits durch die Verbindung mit den letzteren und mit der trigonometrischen Höhenbestimmung an Wert gewinnen. Die Ausführung solcher Schweremessungen mit einem leichten Pendelapparat, Halbsekundenpendeluhr und funkentelegraphischem Zeitempfang, deren Gesamtgewicht wohl innerhalb der Grenzen von 100 kg gehalten werden kann, würde auf den hier geplanten Schlittenreisen keinen unüber-

windlichen Schwierigkeiten begegnen und gute Ergebnisse versprechen, zumal wenn sie von einem routinierten Fachmann besorgt würden.

Leider wird trotzdem von diesen Messungen, die einen wesentlichen Teil des ursprünglichen Planes bildeten, bei der vorliegenden Expedition wahrscheinlich abgesehen werden müssen. Das dänische Geodätische Institut in Kopenhagen hat nämlich einen umfangreichen, für eine ganze Reihe von Jahren festgelegten Plan für eine Schweremessung ganz Grönlands aufgestellt und die Bewilligung der hierzu nötigen Gelder durchgesetzt und auch bereits mit solchen Messungen an den Küsten begonnen. Den Hauptpunkt, der freilich erst in einigen Jahren nach Schaffung eines besonderen, sehr leichten Instrumentariums in Angriff genommen werden soll, bilden hierbei Schweremessungen auf dem Inlandeise zur Lösung der Isostasiefrage. Da nun den ersten derartigen Messungen naturgemäß das größte Interesse zukommt, so würde die Ausführung von Schweremessungen auf dem Inlandeis durch eine deutsche Expedition eine Durchkreuzung der Pläne des dänischen Instituts bedeuten und diesem durch die Vorwegnahme des wissenschaftlichen Hauptergebnisses möglicherweise sogar Schwierigkeiten bei der weiteren Finanzierung seines Planes schaffen. Mit Rücksicht darauf, daß eine deutsche Expedition in Grönland Gastrechte genießt und einer ausdrücklichen Genehmigung seitens der dänischen Behörden bedarf, erscheint es deshalb geboten, dem Wunsch des dänischen Instituts zu entsprechen und von Schweremessungen bei der vorliegenden Expedition trotz des dadurch entstehenden wissenschaftlichen Verlustes abzusehen.

4. Schacht- und Bohranlagen. Schon auf Kochs Expedition wurden Schächte und Bohrlöcher angelegt, um die Änderung der Dichte und der Temperatur mit der Tiefe im Inlandeis zu messen. An der Winterstation Borg, die auf dem Eise der Randzone lag, wurde ein 7½ m tiefer Schacht mit der Axt in das Eis eingehauen; weiter wagten wir wegen der Einsturzgefahr in dem brüchigen, von Rissen durchsetzten Eis nicht zu gehen. Bei der Durchquerung wurde im zentralen Firngebiet zweimal ein solcher Schacht von 6 bzw. 7 m Tiefe gegraben. Hier war die Grenze gesetzt durch den Mangel an geeignetem Grabgerät und die Unmöglichkeit, länger als einen Tag an derselben Stelle liegen zu bleiben. Abgesehen von Temperaturmessungen gestatteten diese Anlagen sehr wichtige Feststellungen über die Struktur (im Eise Blauband- und Spaltenstruktur, im Firn Schichtung) und der Dichte. Im Firngebiet nahm letztere deutlich mit

der Tiefe zu, erreichte aber auch in 7 m Tiefe noch immer nicht den Wert von 0,5, während der Firn der Alpengletscher auch schon an der Oberfläche etwa den Wert 0,6 hat. Der Firn bestand in dieser Tiefe aus auffallend großen Kristallen, zwischen denen aber auch die Luftzwischenräume auffallend groß waren, so daß er einerseits recht hart und nur schwer mit dem Spaten zu bearbeiten war, aber anderseits dem Atem beim Hindurchblasen fast keinen Widerstand entgegensetzte.

In irgendeiner Tiefe muß der Firn sicherlich in massives Gletschereis übergehen, in dem die Luftblasen ihren Zusammenhang untereinander und mit der äußeren Luft verlieren. Wir wissen bisher nicht, in welcher Tiefe dies stattfindet und ob der Übergang vom Firn zu Eis allmählich oder sprunghaft vor sich geht. Die seltsame Erscheinung des „Firnstoßes" im zentralen Firngebiet, bei welchem auf größerem Areal der Firn ruckweise zusammensinkt, legt die Vermutung nahe, daß hier der Übergang zum Eis sprunghaft sein könnte, daß nämlich beim Firnstoß die jeweils unterste Firnschicht dicht über dem massiven Eis zermalmt und dadurch in Eis verwandelt wird. Eine Schachtanlage, die wesentlich größere Tiefen erreicht, könnte über diese Fragen Aufschluß geben, die nicht nur für die Mechanik des Inlandeises überhaupt, sondern auch speziell für die Dickenmessung von Wichtigkeit ist, weil sich die Geschwindigkeit der Erschütterungswellen mit der Dichte ändert. Da im Firngebiet die Einsturzgefahr eines vertikalen Schachtes wegen der Spaltenlosigkeit und Zähigkeit des Firns nur sehr gering sein kann, so würde es einer Winterstation im zentralen Firngebiet möglich sein, unsere Kenntnisse in diesem Punkt sehr erheblich zu erweitern. Selbst wenn sich nur eine Schachttiefe von 20 m erreichen ließe, so hätte man damit doch schon den Schneezuwachs der letzten 40—50 Jahre durchfahren, und eine mikrophotographische Untersuchung der Strukturveränderung mit der Tiefe und die leicht zu messende Dichteänderung mit der Tiefe würden gerade in diesem Gebiet, wo Schmelzung überhaupt nicht mehr vorkommt und alle Umwandlungen nur auf dem Wege der Sublimation vor sich gehen, von besonderem Interesse sein.

Auch im Gletschereis der Randzone wird eine solche Schachtanlage eine Reihe wertvoller glaziologischer Spezialuntersuchungen ermöglichen, wie eine Untersuchung des Gletscherkorns und insbesondere der Kristallorientierung in den angeschnittenen Blaubändern mit Hilfe des Polariskops, ferner eine genauere Untersuchung des von Koch und Wegener entdeckten Überdrucks der eingeschlossenen Luft-

blasen u. a. Hier wird allerdings wegen der größeren Einsturzgefahr eine Schachtverkleidung benutzt werden müssen, wenn man die Tiefe gegenüber derjenigen auf Kochs Expedition wesentlich steigern will.

Weiter sollen sowohl bei der zentralen Firnstation wie bei der auf dem Eise der Randzone liegenden Station im Laufe der Überwinterung eine Reihe von Bohrlöchern angelegt werden, die zur Messung der Temperatur im Innern des Eises bzw. Firns dienen. Im Firn werden diese Messungen erstmalig gestatten, die langsame Temperaturzunahme nach unten und damit den vertikalen Wärmestrom zu bestimmen, der ständig durch die Firnmassen nach oben strömt. Ein Vergleich mit dem aus dem Erdinnern stammenden Wärmestrom, den man in dem Gneisgebiet von Grönland wohl als normal voraussetzen darf, würde ein Urteil darüber liefern, ob und in welchem Ausmaß das Inlandeis von unten abschmilzt, worüber bisher nur theoretische Schätzungen vorliegen. Auch würden diese Temperaturmessungen einen ungefähren Schluß auf die Eisdicke gestatten.

Im Gletschereis der Randzone, wo die Bohrungen möglichst auf einem Gebiet mit starker Gletscherbewegung ausgeführt werden sollen, würden diese Temperaturmessungen, wie schon die Ergebnisse der Kochschen Expedition zeigen, ungemein wichtige Aufschlüsse liefern, die von größtem Einfluß auf unsere Vorstellungen von der Natur der Gletscherbewegung werden dürften. Es ist nicht möglich, hier dies Problem und seinen Zusammenhang mit der inneren Gletschertemperatur vollständig aufzurollen. Es sei nur soviel gesagt, daß ein großer Teil der europäischen Glaziologen noch immer die Ansicht von Prof. H. Heß teilt, nach welcher fortschreitende Gletscher auch in den Polargebieten durch die beim Strömen erzeugte Reibungswärme im Innern dauernd auf dem Schmelzpunkt gehalten werden, ja daß die Gletscher gerade diesem Umstande ihre Fließfähigkeit verdanken. Aber schon die bis 24 m Tiefe reichenden Temperaturmessungen der Kochschen Expedition haben gezeigt, daß diese in den Alpen gefundene Gesetzmäßigkeit bei polaren Gletschern nicht gilt, und daß bei diesen jedenfalls der größte Teil, vielleicht sogar der ganze Gletscher, negative Temperaturen aufweist, so daß das Fließen keineswegs von der Erreichung der Schmelztemperatur abhängen kann. Eine erneute Prüfung dieses Ergebnisses, bei der man mit verbesserter Bohrmethode wohl noch größere Tiefen wird erreichen können, wäre deshalb von größter Wichtigkeit. Anderseits haben aber gerade die Beobachtungen von Kochs Expedition gezeigt, daß der vertikale,

nach oben gerichtete Wärmestrom im Gletschereise erheblich größer war als der normale, aus dem Erdinnern stammende Strom, so daß im Eise tatsächlich Wärmequellen liegen müssen, die nur in den als Gleitflächen wirkenden Blaubändern (Reibungswärme) gesucht werden können. Die Vertiefung dieser Ergebnisse namentlich in quantitativer Richtung durch neue, tiefer reichende Temperaturmessungen wäre von großer Wichtigkeit; handelt es sich dabei letzten Endes doch um die Frage, ob die Gletscher wie eine zähe Flüssigkeit strömen, wie die gegenwärtig herrschende Theorie annimmt, oder ob die Bewegung hauptsächlich in einem Gleiten auf inneren Gleitflächen, den Blaubändern, besteht, worauf die Beobachtungen aus Polargebieten, namentlich von Hamberg, Philipp und Koch-Wegener, hinweisen.

Die technische Durchführung von Eisbohrungen im Polargebiet war bisher dadurch sehr erschwert, daß das Bohrmehl nicht mit Wasser herausgespült werden konnte, sondern von Zeit zu Zeit mit besonderen „Schmantlöffeln“ aus dem Loch entfernt werden mußte, so daß die Bohrarbeit infolge des beim Herausnehmen nötigen Zerlegens des Gestänges sehr langwierig wird. Die größten bisher bei Überwinterungen erreichten Tiefen betragen deshalb nur 24 m (Koch-Wegner) und 30 m (v. Drygalski). Durch Verwendung von Seilbohrern oder wahrscheinlich noch besser von Kernbohrern müßte versucht werden, diese Maximaltiefe zu vergrößern, da die Messungen um so weitergehende Schlüsse zulassen, je weiter sie hinabreichen. Aber selbst wenn dies nicht gelänge, so würden neue Temperaturmessungen im Gletschereis nach dem Gesagten unter allen Umständen von weittragender Bedeutung sein. Bei Kernbohrung würde zugleich der herausgebrachte Kern Gelegenheit bieten, die Dichtebestimmung bis zur Grenze des Bohrloches auszudehnen.

5. B e o b a c h t u n g e n ü b e r G l e t s c h e r b e w e g u n g , A b s c h m e l z u n g i n d e r R a n d z o n e u. a. Die großen Eisströme, in denen das grönländische Inlandeis nach Westen auf das Meer hinausfließt, bewegen sich mit etwa 10—20 m pro Tag, d. i. etwa 100mal schneller als die Alpengletscher. Eine vollständige Bestimmung der Geschwindigkeitsverteilung in der Quer- und Längsrichtung eines solchen Gletschers würde daher unter allen Umständen einen wertvollen Beitrag zu unserer Kenntnis der Gletscherbewegung liefern. Ob hierzu Gelegenheit vorhanden sein wird, hängt allerdings von der Wahl des Aufstiegsortes ab, bei der man aus reisetechnischen

Gründen gerade die zerrissenen Schnelläufer unter den Inlandeisabflüssen wird vermeiden müssen.

Dagegen sind fast überall in der Randzone Gebiete anzutreffen, die von großen Blaubandsystemen durchzogen sind, und es wird voraussichtlich möglich sein, das Haus der Randstation entweder auf einem solchen Blaubandsystem oder doch in unmittelbarer Nähe eines solchen zu errichten; und damit wäre Gelegenheit gegeben, die bisher immer nur erschlossenen gleitenden Verschiebungen längs dieser Blaubänder zum erstenmal messend zu verfolgen.

Diese Aufgabe erfordert allerdings die Entwicklung einer neuen Beobachtungsmethode; denn es genügt nicht, die Bewegung einzelner Punkte der Gletscheroberfläche — etwa einer ausgelegten Steinreihe — zu verfolgen, man muß vielmehr auf der Oberfläche quer über das Blaubandsystem eine kontinuierliche Linie abmerken, die es gestattet, alle dort auftretenden Verschiebungen sofort zu erkennen. Nach einem Vorversuch in den Alpen kommt in Frage das Einritzen einer geradlinigen Furche auf der Eisoberfläche und Einstreuen von Sand, der sich im Sommer dann noch tiefer einschmilzt. Die wiederholten Beobachtungen an einem solchen Blaubandsystem würden auch dazu dienen, unsere im einzelnen noch unklaren Vorstellungen über den Prozeß der Umwandlung des blasenerfüllten Gletschereises in das blasenfreie Eis des Blaubandes zu klären. In dieser Hinsicht sei nur daran erinnert, daß manche Glaziologen, wie H. Heß, heute noch die Ansicht vertreten, daß die Blaubänder alte Firnoberflächen sind, die durch die Gletscherbewegung in bestimmter Weise deformiert sind, während andere sie ganz unabhängig von der Firnschichtung durch Sprünge entstehen lassen.

Ein anderes glaziologisches Problem, das sich leicht untersuchen läßt, ist die Messung des Abschmelzbetrages in der Randzone. Sie geschieht, indem man Bohrlöcher von genügender Tiefe anlegt und in sie Maßstäbe versenkt, deren obere Teile im Sommer herausschmelzen und den Abschmelzbetrag abzulesen gestatten. Solche Messungen sind bisher in Grönland nur ganz vereinzelt nahe dem Eisrand ausgeführt worden. Für Betrachtungen über den Gesamthaushalt des Inlandeises braucht man aber den Gesamtbetrag der Abschmelzung in der etwa 100 km breiten Randzone, den man bisher nur geschätzt hat. Es ergibt sich daher die Aufgabe, längs der Schlittenroute, soweit sie in der Randzone verläuft, eine größere Anzahl von Messungen dieser Art anzustellen.

Es gibt ferner in der Randzone eine große Zahl besonderer, mit den Schmelzvorgängen zusammenhängender Erscheinungen, wie Mittagslöcher, Oberflächenbäche, Gletscherbrunnen, Springquellen, Höhlen, Eisberge, Steilwände, Moränen usw., bei denen schon die Herstellung guter photographischer Abbildungen sowie die Beobachtung ihrer jahreszeitlichen Änderung von großem glaziologischem Wert sein kann. Die Expedition muß daher eine gute photographische Ausrüstung haben.

Wo sich Gelegenheit dazu bietet, sollen auch frühere Vermessungen von Gletscherfronten nachgeprüft und so Anhaltspunkte über das Vorrücken oder Zurückweichen des Inlandeises gewonnen werden. Vom Jakobshavner Eisstrom ist bekannt, daß seine Front etwa zwischen 1850 und 1912 um rund 10 km zurückgegangen ist. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die durch v. Drygalski 1893 in der Nordostbucht vermessenen Gletscher zu solchen Feststellungen benutzt werden können.

B. Meteorologie.

1. **Eine klimatologische Winterstation im zentralen Firngebiet des Inlandeises in 2500 bis 3000 m Seehöhe.** Alle meteorologischen Beobachtungen aus dem Inneren Grönlands entstammen den Sommerreisen. Die einzige schon auf dem Inlandeis gelegene Winterstation „Borg“ von Kochs Expedition lag doch nur ganz am äußersten Rande desselben. Die Sommerbeobachtungen aus dem Inneren haben aber so merkwürdige Ergebnisse geliefert, daß eine hier auch nur einen Winter lang tätige Station in klimatologischer Hinsicht äußerst interessante Ergebnisse verspricht. Namentlich hat man im zentralen Firngebiet im Sommer Temperaturen gefunden, die weit tiefer sind, als nach den am Rande beobachteten auch bei Berücksichtigung der Seehöhe zu erwarten war (in der zweiten Junihälfte z. B. regelmäßig Temperaturen zwischen —25 und —35° C). Dabei hat sich gezeigt, daß diese zentrale Zone sehr kalter Luft sowohl nach Osten wie nach Westen scharf begrenzt ist und genau über der Mitte der Inlandeiskappe liegt; sie beginnt in durchschnittlich 250 km Abstand vom Eisrand. Die Frage, welche Temperaturen im Winter in diesem kalten Kern der glazialen Antizyklone auftreten, ist natürlich von größtem klimatologischen Interesse, ebenso wie eine nähere Untersuchung der in diesem Gebiet bisher regelmäßig angetroffenen auffallenden Witterungserscheinun-

gen, wie Eisübersättigung, Reif, Nebel, Windstille, Bodeninversion. Auch die Frage, wie sich die bei den Sommerreisen so auffallend stark gefundene tägliche Temperaturschwankung (gleich derjenigen in der Sahara!) mit den Jahreszeiten ändert, wäre durch eine solche Station zu lösen.

Im Zusammenhang mit der Lufttemperatur ist auch das Eindringen der jährlichen und täglichen Temperaturschwankung in den Firn ein sehr dankbares Forschungsobjekt für eine Winterstation im zentralen Firngebiet. Schon auf Kochs Expedition lieferten die einmaligen, auf der Schlittenreise ausgeführten Temperaturmessungen im Firn bis 7 m Tiefe hinab ein Material, auf das sich wegen der gleichförmigen Struktur dieser Schichten die Theorie der Wärmeleitung mit Erfolg anwenden ließ. Werden solche Beobachtungen an einer Überwinterungsstation den größten Teil des Jahres hindurch fortgesetzt, so erhält man ein unvergleichlich wertvolleres Material, welches nicht nur die Ableitung des Wärmeleitungskoeffizienten des Firns gestattet, sondern auch den ganzen Vorgang des Abklingens der oberflächlichen Jahresschwankung mit der Tiefe und ihre zunehmende Phasenverzögerung voraussichtlich in einer Reinheit darstellen wird, wie sie kaum an einer anderen Stelle der Erde erreicht werden kann.

Beim Eindringen der täglichen Schwankung gilt es noch ein besonderes Problem zu lösen. Die bisherigen sporadischen Beobachtungen scheinen nämlich zu zeigen, daß hier der Einfluß der Wärmeleitung vollständig verschwindet gegenüber dem der eindringenden direkten Sonnenstrahlung, was sich darin äußert, daß man nur ein Abklingen der Tagesschwankung mit der Tiefe, aber nicht die zu erwartende Phasenverzögerung findet. Die Aufklärung dieser Verhältnisse ist auch von Bedeutung für die Frage des Wärmeaustausches zwischen Luft und Schneeoberfläche. Keine andere Stelle der Erde bietet so günstige Bedingungen für eine völlige Klärung dieser Frage wie das zentrale Firngebiet des Inlandeises. Erleichtert und gesichert wird diese Untersuchung durch die von mir auf Kochs Expedition benutzte „Umsteckmethode“, bei welcher Thermometer mit kleiner Kapazität durch wiederholtes Umstecken gewissermaßen mit Schnee aspiriert werden und so die wahre Schneetemperatur liefern, während früher die Thermometer der in den Schnee eindringenden Strahlung ausgesetzt wurden und daher zu hohe Temperaturen lieferten.

Von besonderem Wert werden an einer solchen Station auch die Niederschlagsmessungen sein. Wegen der hier meist herrschenden Luft-

ruhe werden sie sich mit dem gewöhnlichen Meßgerät ausführen lassen. Indem zugleich durch Schneepegel und datierte künstliche Staubhorizonte, die später ausgegraben werden, die Dicke der angefallenen Schneeschicht bestimmt wird, wird man hier erstmalig exakte Angaben über den jährlichen Zuwachs des Inlandeises erhalten. Diese letzteren Beobachtungen lassen sich ohne Schwierigkeit auch auf allen Depots und Lagerplätzen längs der Route vom Rande bis zu dieser Station durchführen, und so wird es möglich sein, ein sehr vollständiges Bild dieses jährlichen Schneezuwachses und seiner Verteilung längs dieses Weges zu gewinnen. Bei den früheren Sommerreisen hat man die Grenze zwischen dem feinkörnigen „Jungschnee" und dem grobkörnigen Firn längs der ganzen Route verfolgt und unter gewissen, einstweilen hypothetischen Annahmen über die Jahreszeit, in der sich die Umwandlung in Firn vollzieht, hieraus auf den gesamten Jahresniederschlag geschlossen. Die Beobachtungen an einer Winterstation im Firngebiet würden gestatten, die Richtigkeit dieser Annahmen zu prüfen und nötigenfalls die früheren Bestimmungen zu korrigieren.

Ferner wird man den Anteil messen können, den die im zentralen Firngebiet fast ununterbrochen vor sich gehende Reifbildung am Jahresniederschlag hat. Wenngleich die Ansicht von Prof. Hobbs, daß das Inlandeis hauptsächlich nur durch diesen Reif genährt wird, gewiß unzutreffend ist, so scheint dem Reif doch ein merklicher Anteil an dieser Ernährung zuzukommen, dessen quantitative Bestimmung schon zur Lösung dieser Streitfrage dringend erforderlich ist.

Auch die schon lange diskutierte andere Streitfrage, ob Zyklonen das Inlandeis überqueren, kann natürlich auf keine andere Weise so vollständig beantwortet werden, wie durch eine Winterstation im zentralen Firngebiet. Die Beobachtungen einer solchen Station würden insbesondere auch über den Bau solcher Zyklonen Auskunft geben, der zu dem Zeitpunkt, wo ihr Zentrum mitten auf dem Inlandeise liegt, sehr merkwürdig zu sein scheint. Hierzu würden natürlich auch die noch zu besprechenden aerologischen Untersuchungen von großem Wert sein.

Besonders lehrreich würden die meteorologischen Beobachtungen dieser Station, wenn gleichzeitig eine zweite Klimastation auf der westlichen Randzone des Inlandeises vorhanden wäre. An der Westküste Grönlands besteht zwar eine Reihe meteorologischer Stationen im Rahmen des dänischen Beobachtungsnetzes, aber alle diese Stationen liegen an der Außenküste; und es ist bekannt — u. a. auch durch

meine eigenen Beobachtungen in Nordost-Grönland —, daß mit dem Betreten des Eisrandes die klimatischen Elemente eine starke Änderung erleiden: Borg, auf dem Eisrande, hatte bereits ein wesentlich anderes Klima als Danmarks-Havn an der Außenküste in der gleichen Breite und nur 100 km entfernt.

Wenn auch sonst eine einjährige Beobachtungsreihe kaum als ausreichend betrachtet wird, um klimatisch befriedigende Werte zu liefern, so liegen doch in unserem Falle die Verhältnisse besonders günstig. Einerseits wird die Stabilität der glazialen Antizyklone zur Folge haben, daß die Schwankungen von Jahr zu Jahr hier wahrscheinlich relativ gering sind; und anderseits verfügen die im Westen und Osten liegenden Küstenstationen zum Teil bereits über langjährige Beobachtungsreihen, so daß sich nach ihnen der Charakter des Beobachtungsjahres bestimmen läßt; und damit wird es möglich, schon aus dem einen Jahr allgemeine klimatologische Ergebnisse abzuleiten.

2. Ein aerologischer Querschnitt durch die glazialen Antizyklone. Die genannten klimatologischen Untersuchungen bedürfen noch einer Ergänzung durch aerologische, um den Aufbau der glazialen Antizyklone zu erforschen. Dabei handelt es sich einerseits um die Temperaturverteilung in der Vertikalen, die durch Aufstiege von Drachen und Fesselballons zu ermitteln ist, und anderseits um die vertikale Windverteilung, die durch Pilotballons bestimmt wird. Beide Untersuchungen versprechen sehr interessante Ergebnisse.

Wenn man die Lufttemperatur, die auf Kochs Expedition im zentralen Firngebiet gemessen wurde, mit derjenigen vergleicht, die (freilich sechs Jahre früher) von A. Wegener über die Außenküste mit Drachen in gleicher Seehöhe gemessen wurde, so findet man den außerordentlich großen Unterschied von 17°, um den die Mitte der glazialen Antizyklone kälter ist als ihr Ostrand. Man darf vielleicht vermuten, daß mit zunehmender Höhe dieser thermische Gegensatz zwischen Kern und Rändern schwächer wird, oder mit anderen Worten, daß im Innern Inversion herrscht. Aber wie weit dieser Ausgleich geht, ist bisher ganz unbekannt. Wenn der Unterschied, wie zu vermuten, auf einem Defizit in der Strahlungsbilanz der Luft über dem Inlandeise beruht, so ist anzunehmen, daß noch bis zur Stratosphäre hinauf die Luft über demselben kälter ist als über den Küsten. Die Frage ist von entscheidender Wichtigkeit für das Verständnis der Dynamik der glazialen Antizyklone, weil in diesem Temperaturunter-

schied die Kraftquelle ihrer so ungemein stetigen Luftbewegung zu suchen ist.

Über die Windverhältnisse in größeren Höhen liegen bisher nur aus Westgrönland Beobachtungen vor (de Quervain, Hobbs). Will man die Kinematik der glazialen Antizyklone vollständig erfassen, so muß die Windverteilung — ebenso wie oben die Temperaturverteilung — längs eines ganzen westöstlichen Querschnitts und womöglich bis in die Stratosphäre hin studiert werden. Es ist noch immer eine offene Frage, ob die am Boden so überraschend regelmäßige Luftbewegung der glazialen Antizyklone sich nach oben bis zur Stratosphärengrenze fortsetzt oder schon vorher durch darüber hinwegschreitende Winde ersetzt wird.

Diese aerologischen Aufgaben lassen sich mit hinreichender Vollständigkeit lösen, wenn an drei festen Winterstationen Drachen- und Fesselballonaufstiege sowie Pilotballonaufstiege unternommen werden. Die Stationen müssen längs eines westöstlichen Querschnittes von Grönland angeordnet sein, nämlich zwei im westlichen und östlichen Randgebiet und eine auf dem zentralen Firngebiet im Bereich des kalten Kerns der Antizyklone. Die beiden Randstationen werden wegen des hier meist lebhaften Windes vorwiegend mit Drachen arbeiten müssen und benötigen daher eine Motorwinde, während die zentrale Firnstation wegen der hier meist herrschenden Windstille hauptsächlich auf Fesselballons angewiesen ist und deshalb wohl mit Handwinde arbeiten kann. Da Stahlflaschen mit komprimiertem Wasserstoff für die Schlittentransporte zu schwer sind, müssen — jedenfalls an der zentralen Firnstation und der westlichen Randstation — Wasserstofferzeugungsapparate mit den nötigen Chemikalien (Kalziumhydrit) benutzt werden. Die Erreichung von 4000 m Seehöhe wird der zentralen Firnstation, die selbst schon in fast 3000 m Höhe liegt, vermutlich ziemlich oft, den Randstationen allerdings nur selten möglich sein. Für die Ausführung von Pilotballonaufstiegen ist, da Wasserstoff ohnehin an allen drei Stationen erzeugt werden muß, nur eine Ausrüstung mit den gebräuchlichen Spezialtheodoliten und großen, schnell steigenden und deshalb bis in große Höhen verfolgbaren Gummiballons notwendig. Sollen die aerologischen Versuche zu befriedigenden Ergebnissen führen, so ist an jeder der drei Stationen die Anwesenheit eines Fachaerologen notwendig.

3. Kleinere Meteorologie-Arbeiten. Außer den bisher genannten gibt es noch eine Reihe kleinerer meteorologischer Auf-

gaben, die sich auf der vorliegenden Expedition leicht durchführen lassen und sehr lohnende Ergebnisse versprechen. Hierher gehören zunächst Strahlungsmessungen an der zentralen Firnstation und an wenigstens einer der Randstationen. Da die Strahlungsverhältnisse ja die Ursache der glazialen Antizyklone sind, so steht eine Untersuchung der Strahlung in unmittelbarer Beziehung zu den übrigen Pogrammpunkten der Expedition. Dazu kommt, daß moderne Strahlungsmessungen (etwa mit dem Michelsonschen Aktinometer) noch niemals auf dem Inlandeise ausgeführt worden sind und daher interessante Ergebnisse versprechen.

Ferner wird an den beiden Randstationen wahrscheinlich Gelegenheit zur Beobachtung und Photographie (mit Fliegerkamera) von Luftspiegelungen sein, während es der zentralen Firnstation hierfür an passenden Objekten fehlen dürfte. Wird dafür gesorgt, daß die Photographien ausmeßbar sind, und wird die gleichzeitige vertikale Temperaturverteilung durch Drachenaufstiege ermittelt, so wird hiermit zum erstenmal ein Beobachtungsmaterial gewonnen, das eine Prüfung der Theorie der Luftspiegelungen zuläßt.

Ebenso würden Messungen der Polarisation des Himmelslichtes, insbesondere der Höhe der sogenannten neutralen Punkte von Arago und Babinet, von besonderem Interesse sein, wenn sie an der zentralen Firnstation in großer Seehöhe und gleichzeitig an einer der Randstationen ausgeführt würden. Es würde dabei entschieden werden, ob die starke Durchstrahlung der Luft mit vom Schnee zurückgeworfenem Licht („Eisblink") eine abnorme Vergrößerung der Punkthöhen erzeugt oder nicht, und ob die Erscheinung von der Seehöhe abhängt.

Doch soll auf diese Einzelprobleme, die sich leicht vermehren lassen, hier nicht weiter eingegangen werden, zumal ihre Verfolgung in der Regel der Initiative der einzelnen Expeditionsmitglieder überlassen bleiben muß.

II. Die technische Durchführung der Expedition.

Zur Durchführung der im vorstehenden genannten wissenschaftlichen Untersuchungen ist die Anlage von drei Überwinterungsstationen auf einem westöstlichen Querschnitt durch Grönland nötig, von denen die mittelste im zentralen Firngebiet und wenigstens eine der beiden anderen in der Randzone auf dem Inlandeise gelegen sein

muß, während die dritte auch auf dem eisfreien Küstenlande liegen kann.

Der günstigste Querschnitt ist die Linie Umanak—Scoresbysund auf etwa 71 Grad Breite, weil im letzteren die nördlichste Kolonie der Ostküste liegt und weil diese Route ungefähr die Mitte hält zwischen den beiden Durchquerungsrouten von Kochs Expedition und de Quervains Expedition und somit die größte Erweiterung unserer Kenntnis der Eisoberfläche verspricht.

Das schwierigste Problem in reisetechnischer Hinsicht ist die Hinschaffung der zentralen Firnstation mittels Schlitten. Es handelt sich darum, ein Gepäck von etwa 70 000 kg von der Landungsstelle auf das Inlandeis hinauf bis zur Überwinterungsstelle der westlichen Randstation und weiter eine Nutzlast von etwa 10 000 kg 400 km weit bis zur Mitte des Inlandeises (Seehöhe fast 3000 m) zu schaffen. Das sind Transporte, wie sie bisher in den Polargebieten noch niemals geleistet worden sind, und deren Schwierigkeiten zu unterschätzen ein verhängnisvoller Fehler wäre.

Da alles getan werden muß, um diese Transporte zu erleichtern, muß die zentrale Firnstation von der Westküste, nicht von der Ostküste aus vorgeschoben werden, weil die Westküste früher im Jahr erreichbar ist und bessere Hilfsquellen bietet. Damit ist zugleich gegeben, daß die westliche Randstation auf dem Inlandeise liegen muß, während diejenige im Scoresbysund auf dem eisfreien Vorland an der Küste liegen kann.

Da gerade der erste Aufstieg auf das Inlandeis und die Überschreitung der unebenen Randzone voraussichtlich die größten Schwierigkeiten verursachen wird, so ist ferner die Entsendung einer Vorexpedition im vorangehenden Sommer notwendig, die den günstigsten Punkt im Umanak-Distrikt ermittelt, und nach deren Erfahrungen erst die letzten Entscheidungen über die Art der zu verwendenden Transportmittel getroffen werden. Da diese Vorexpedition erst im Sommer 1929 stattfinden kann, so kann die Hauptexpedition erst 1930/31 folgen.

Als Transportmittel sollen auf der Hauptexpedition, wenigstens teilweise, Motorschlitten zur Verwendung gelangen. Von Flugzeugen wird dagegen nach eingehender wiederholter Erwägung wegen ihrer Unwirtschaftlichkeit abgesehen. Da aber bisher erst sehr wenig Erfahrungen über die Verwendung von Motorschlitten in den Polargebieten vorliegen, so daß man auf ein Versagen derselben gefaßt sein muß, ist es trotzdem nötig, die Expedition mit Zugtieren auszurüsten, und zwar

in solchem Umfange, daß auch bei völligem Versagen der Motorfahrzeuge das Programm der Expedition, wenn auch in etwas eingeschränktem Umfang, doch in seinen Hauptzügen noch erreichbar bleibt.

Die Expedition muß ferner über ein seetüchtiges Motorboot verfügen, das zur Landsetzung und Wiedereinschiffung und zum Verkehr mit der auf einer Insel gelegenen Kolonie Umanak dient und auch schon auf der Vorexpedition bei der Aufsuchung der besten Landungsstelle gute Dienste leisten wird.

Die Gesamtexpedition soll aus 11 deutschen Teilnehmern bestehen, von denen 5 an der westlichen Randstation, 3 an der zentralen Firnstation und 3 im Scoresbysund an der Ostküste überwintern. Der Leiter der Expedition überwintert an der westlichen Randstation, von wo aus die Schlittenreisen organisiert werden. Zu diesem Personal, in welchem 2 Techniker für die Motorfahrzeuge einbegriffen sind, kommen noch, je nach den Umständen, einige Personen, die die Expedition nur im Sommer 1930 mitmachen, aber vor dem Winter nach Haus zurückkehren.

Hin- und Rückreise nach Grönland vollzieht sich sowohl bei der Vorexpedition wie bei der Hauptexpedition auf den fahrplanmäßigen Schiffen des Kgl. grönländischen Handels.

Viele Fragen der Ausrüstung und der Durchführung der Hauptexpedition werden von den Ergebnissen der Vorexpedition im Sommer 1929 abhängen und müssen einstweilen offen gelassen werden. Im folgenden seien deshalb nur die wichtigsten Punkte herausgehoben, um eine erste Orientierung zu geben:

1. Die Zugtiere. Als Zugtiere kommen nur grönländische Hunde oder isländische Pferde in Frage. Die Brauchbarkeit der ersteren ist allgemein bekannt. Insbesondere habe ich selbst auf der Danmark-Expedition 1906/08 Hundeschlittenreisen längs der Küste von 74 bis 81 Grad Breite ausgeführt. Isländische Pferde wurden von J. P. Koch und mir auf der Durchquerung des Inlandeises 1912/13 mit Erfolg benutzt. Dabei kommen drei Möglichkeiten in Betracht: alleinige Verwendung von Hunden, alleinige Verwendung von Pferden und drittens Verwendung erst von Pferden und sodann von Hunden.

Die Entscheidung hierüber ist erst möglich, wenn der Aufstiegsort und die dortigen Verhältnisse genau bekannt sind. Am günstigsten wäre es, wenn man die Pferde nur auf der ersten Transportreise be-

nutzt und dabei schlachtet, um sie dann bei den unmittelbar folgenden Hundeschlittentransporten als Futter verwenden zu können.

Die Fourage für die Pferde würde zur Hälfte aus isländischem Heu und zur Hälfte aus Kraftfutter nach dem auf Kochs Expedition benutzten Rezept bestehen.

Die Fourage für die Hunde würde aus Pemmikan bestehen und könnte wahrscheinlich in Grönland durch Ankauf von Haifleisch ergänzt werden.

Bei alleiniger Verwendung von Pferden würden etwa 30 Pferde benötigt, bei alleiniger Anwendung von Hunden etwa 90 Hunde. Werden erst Pferde und dann Hunde verwendet, so können diese Zahlen auf etwa die Hälfte verringert werden.

2. Die Motorfahrzeuge. Das für die Verwendung in Westgrönland bestimmte Motorboot muß seetüchtig sein. Es empfiehlt sich das gleiche Modell, wie es 1912 von Andersens Werft in Frederikssund (Dänemark) für Kochs Expedition gebaut wurde und das jetzt mit Motor und allem Zubehör für 8885 dänische Kronen (etwa 10000 RM.) von der Werft gebaut werden kann. Es wird 30 Fuß lang und 9½ Fuß breit, ganz gedeckt, klinker gebaut, mit 4 Kojen und einer photographischen Dunkelkammer versehen und besitzt einen 8-PS-„Dan"-Motor, Beiboot und Hilfssegel. Bemerkt sei, daß ähnliche Boote mit Dan-Motor von derselben Werft schon in großer Zahl nach den Färöern, Island und namentlich auch Grönland geliefert sind, so daß es vielleicht möglich wäre, das Boot am Schluß der Expedition in Grönland zu verkaufen.

Auch die aerologische Station im Scoresbysund benötigt ein Motorboot geringerer Größe und einen Leichter zum Transport des Gepäcks in den innersten Teil des großen Fjordsystems. Doch muß die Auswahl der Fahrzeuge vom Ergebnis einer örtlichen Besichtigung abhängen.

Von den für die Hauptexpedition in Aussicht genommenen Motorschlitten soll mindestens einer ein Propellerschlitten sein. Es kann wohl kaum einem Zweifel unterliegen, daß ein solcher das naturgemäß moderne Beförderungsmittel auf der ganz ebenen und weichen Oberfläche des zentralen Firngebietes ist. Der Motor muß luftgekühlt sein, braucht aber nicht so stark zu sein, wie der Motor eines für diese Höhen passenden Flugzeuges. Solche Propellerschlitten mit einem 100-PS-Motor sind bereits in Rußland in Gebrauch.

Ob die zweite Maschine ein gleicher oder größerer Propellerschlitten

sein darf, oder ob man statt dessen lieber den amerikanischen Snow-Motor (auch das neue Schnee-Automobil von Citroen käme in Frage) benutzen wird, hängt wieder von den örtlichen Verhältnissen ab und kann daher erst auf Grund der Vorexpedition endgültig entschieden werden. In der Randzone wird man jedenfalls irgendein Traktormodell benutzen können.

Für die Handhabung dieser drei Maschinen müssen mindestens zwei Techniker an der Expedition teilnehmen.

3. Die Winterhäuser. Die drei Winterhäuser der Expedition werden nach verschiedenen Gesichtspunkten gebaut werden müssen. Bei demjenigen für Scoresbysund kommt es nur darauf an, daß es leicht von zwei Mann zu errichten ist, ohne daß dabei Tischlerarbeit nötig wird. Es muß also zerlegbar sein, und die einzelnen Teile müssen in ihrem Gewicht so bemessen sein, daß sie von einem Mann bequem getragen werden können. Doch kann billiges Holz benutzt werden, und am Gesamtgewicht braucht nicht besonders gespart zu werden.

Wesentlich höhere Anforderungen sind an das Winterhaus der westlichen Randstation zu stellen, da dies den schwierigen Transport auf das Inlandeis und über den unebensten Teil der Randzone mitzumachen hat. Als Muster soll hier das Überwinterungshaus von Kochs Expedition dienen, das im wesentlichen aus Kreuzfurnierplatten bestand, deren zwei, beiderseitig auf einen Holzrahmen gespannt, ein Stück Wand darstellten; indem hier für diese Holzrahmen und alle gröberen Teile, wie Balken, Fußbodenbretter usw., amerikanisches Leichtholz (Red Wood) verwendet werden soll, dürfte es möglich sein, das Gesamtgewicht des Hauses, obwohl es für mehr Personen als das Kochsche eingerichtet werden muß, unter 2000 kg zu halten.

Noch weit größere Anforderungen werden aber hinsichtlich der Gewichtsersparnis an das Winterhaus der zentralen Firnstation gestellt. Die Konstruktion dieses Hauses, das eine Art Zelthaus darstellen muß und teilweise in den Firn versenkt werden kann, soll sich an die von Nansen im 1. Heft der Zeitschrift „Arktis“ gemachten Vorschläge anlehnen. Alle Holzteile müssen aus Bambus oder Leichtholz bestehen und die Wände aus mehrfachem Zelttuch, dessen Zwischenräume teils mit Schnee, teils (im Bereich der positiven Temperaturen) mit sehr leichtem Isolationsmaterial (Kork, Balsa-Holz) gefüllt werden. Das Gesamtgewicht dieses Hauses darf nur 500 kg betragen.

4. Funkentelegraphische Ausrüstung. Alle drei Stationen sollen mit Sende- und Empfangsapparaten zur gegen-

seitigen Verständigung versehen werden, da dies die Durchführung der wissenschaftlichen Aufgaben erleichtert. Am besten werden Apparate für telephonischen Betrieb verwendet. Telefunken-Berlin liefert kleine Sende-Apparate dieser Art, die etwa 100 kg wiegen und eine Reichweite von 400 km besitzen. Für Telegramme nach Europa müssen die amtlichen dänischen Radio-Stationen in Godhavn auf Disko und im Scoresbysund verwendet werden. (Weitere amtliche Radio-Stationen befinden sich in Grönland in Godthaab, Julianehaab und Angmakssalik.)

Bei der zentralen Firnstation kann die Sende-Station, da nicht absolut lebenswichtig, nötigenfalls zunächst zurückbleiben und erst später nachgeschafft werden, falls die Transportschwierigkeiten zu groß werden. Das sehr leichte Empfangsgerät kann natürlich unter allen Umständen sofort mitgenommen werden.

5. Die Schlittenreisen. Im Sommer und Herbst 1930 werden alle verfügbaren Kräfte der Expedition unter vorläufiger Zurückstellung der meisten wissenschaftlichen Arbeiten sich an den Transporten zur zentralen Firnstation beteiligen müssen. Sieht man von der Hilfe der Motorschlitten ab, so wird man mit zwei vollständigen Reisen vom Rande bis zur zentralen Station imstande sein, das Stationshaus, Proviant und Brennmaterial für die Wintermonate und mindestens einen Teil der wissenschaftlichen Ausrüstung bis in die zentrale Zone kalter Luft, vielleicht 300 km vom Rande, vorzuschieben. Es wird aber wahrscheinlich Anfang November werden, bis die Angehörigen der westlichen Randstation von diesen Transportreisen zurückkehren. Die Route muß durch einige hundert Signale (Bambusstangen oder Schneetürme) gekennzeichnet sein. Nach der Überwinterung müssen wieder mindestens zwei Schlittenreisen zur zentralen Firnstation durchgeführt werden, die erste zur Ergänzung des dortigen Proviants und der wissenschaftlichen Ausrüstung sowie eventuell zur Ablösung des Personals und die letzte zur Einziehung der Station. Unter günstigen Umständen kann zwischendurch auch eine Durchquerung nach Scoresbysund ausgeführt werden, die sehr zur Abrundung der wissenschaftlichen Ergebnisse beitragen würde. Je nach Umständen kann die Durchquerungspartie im Scoresbysund bleiben und zusammen mit der dortigen aerologischen Station heimkehren oder auch über die zentrale Firnstation nach Westgrönland zurückkehren.

Eine entscheidende Rolle für die Durchführung der Schlittenreisen

spielt natürlich die Frage, in welchem Umfange sich die Motorschlitten bewähren. Bei völligem Versagen derselben wird wahrscheinlich die Durchquerung nach Scoresbysund wegen Zeitmangels nicht durchführbar sein.

6. Das Personal der Hauptexpedition 1930/31. An der westlichen Randstation sollen außer dem Leiter noch drei Wissenschaftler (für Aerologie, Schacht- und Bohranlagen und Eisdicke) sowie ein Techniker (Motorschlitten und Funkentelegraphie) überwintern.

An der zentralen Firnstation sollen zwei Wissenschaftler (Aerologie, Glaziologie) und ein Techniker (Motorschlitten und Funkentelegraphie) überwintern.

An der Station im Scoresbysund sollen ein Aerologe und zwei Gehilfen mit nautischen und technischen Fähigkeiten überwintern.

Von der Mitnahme eines Arztes kann die Expedition absehen, da in Umanak ein dänischer Distriktsarzt stationiert ist.

7. Die Vorexpedition 1929 besteht außer dem Leiter aus drei auch an der Hauptexpedition teilnehmenden Wissenschaftlern.

Sie geht mit dem ersten fahrplanmäßigen Schiff nach Godhavn, das Kopenhagen etwa am 5. Mai verläßt, und von Godhavn im eigenen Motorboot weiter nach Umanak. Sie hat die Aufgabe, in der „Nordostbucht" den günstigsten Aufstiegspunkt auszusuchen und durch eine kurze Reise auf dem Inlandeis auch die Reisebedingungen innerhalb der Randzone an der betreffenden Stelle zu untersuchen und womöglich gleich den Platz für die Errichtung der Randstation auf dem Inlandeis zu bestimmen.

Nach Maßgabe der verfügbaren Zeit können auf dieser Vorexpedition auch bereits einige wissenschaftliche Beobachtungen und Vorversuche angestellt werden.

Nach Erledigung ihrer Aufgaben geht die Vorexpedition wieder zur Diskobucht zurück, wo das Boot für den Winter in Aufbewahrung gegeben wird, und kehrt spätestens mit dem letzten von hier heimkehrenden Schiff, das etwa in der zweiten Hälfte des September abgeht, nach Europa zurück.

Gleichzeitig mit dieser Vorexpedition nach Westgrönland macht der leitende Wissenschaftler der aerologischen Station Scoresbysund mit dem fahrplanmäßigen Schiff des grönländischen Handels einen Besuch in der Kolonie Scoresbysund, um in der 5—7 Tage dauernden Liege-

zeit des Schiffes die Verhältnisse dort kennenzulernen und zu bestimmen, welche Transportmittel dieser Station am zweckmäßigsten mitzugeben sind. Das Schiff geht Ende Juli von Kopenhagen ab und kehrt im September zurück. (Der genaue Fahrplan des grönländischen Handels wird für jeden Sommer erst im Februar aufgestellt und veröffentlicht. Nachträgliche Änderungen werden häufig nötig.)

506

N 9 1 D
V. 2

Notgemeinschaft der … Wissenschaft
Deutsche Forschung. 1928

کتب خانہ جامعہ عثمانیہ

۱- اراکین مجلس اعلیٰ، مجلس بہبود، مجلس انتظامی، مجلس تعلیمات و نصاب پانچ کتابیں ایک ماہ تک اپنے پاس رکھ سکیں گے۔

۲- اساتذہ جامعہ عثمانیہ و کلیات ملحقہ و گریجویٹ و اراکین دارالترجمہ دس کتابیں ایک ماہ تک اپنے پاس رکھ سکیں گے۔

۳- طیلسانین جن سے ... شدہ دو کتابیں بی اے اور انٹرمیڈیٹ کے طلبہ تین کتابیں ایم اے، ال ال بی و تحقیقاتی جماعتوں کے طلبہ پانچ کتابیں دو ہفتہ تک اپنے پاس رکھ سکیں گے۔

۴- مدت مقررہ پر کتابیں واپس نہ ہوں تو طلبہ سے بحساب ایک آنہ یومیہ فی کتاب جرمانہ لیا جائے گا۔

۵- بشرط موقع کتابیں گھر جاری کی جا سکیں گی۔ اس غرض کے لیے کتب خانہ میں کارڈ کا لانا لازم ہے۔

۶- کتابیں گم یا خراب ہو جائیں تو مستعیر پر ذمہ داری عائد ہوگی۔

۷- کتابوں پر کسی قسم کا نشان سیاہی یا پنسل سے نہ لگایا جائے۔

۸- قلمی نسخے اور حوالے کی کتابیں جاری نہ کی جا سکیں گی۔